Analyse des données recueillies dans le cadre du programme « Corb et Mérous » 2015-2018 et proposition de suivi à long terme

Programme mis en place à la demande de la

Direction Interrégionale de la Mer Méditerranée (DIRM Med)

Coordination technique :

Agence Française pour la Biodiversité

Coordination scientifique :

Laboratoire ECOSEAS (UMR 7035)

Université Nice Sophia Antipolis - CNRS

Analyse des données recueillies dans le cadre du programme « Corb et Mérous » 2015-2018 et proposition de suivi à long terme

Jean-Michel Cottalorda[1], Frédéric Bachet[2], Eric Charbonnel[2], Bérangère Casalta[3], Alexandra Gigou[4], Boris Daniel[5], Alexis Pey[6], Patrícia Ventura[6], Paolo Guidetti[1], Patrice Francour[1]

[1] *Laboratoire ECOSEAS (UMR 7035), Université Côte d'Azur-CNRS, Parc Valrose, 28 Avenue Valrose, 06108 Nice*

[2] *Parc Marin de la Côte Bleue, 31 Avenue Jean Bart, 13620 Carry-le-Rouet*

[3] *Observatoire marin - Communauté de communes du golfe de Saint-Tropez, Bâtiment le Grand Sud, 2 rue Blaise Pascal, 83310 Cogolin*

[4] *Parc naturel marin du Golfe du Lion, 2 Impasse Charlemagne, 66700 Argelès-sur-Mer*

[5] *Agence Française pour la Biodiversité, 26 rue de la république, 13001 Marseille*

[6] *THALASSA Marine research & Environmental awareness, 26 Avenue de Flirey, Bâtiment Jasmins, 06000 Nice*

Crédits photos : Alexis PEY (THALASSA Marine research & Environmental awareness)

Pour toute utilisation, merci de citer ce rapport sous la forme :

Cottalorda J.-M., Bachet F., Charbonnel E., Casalta B., Gigou A., Daniel B., Pey A., Ventura P., Guidetti P., Francour P., 2019. Analyse des données recueillies dans le cadre du programme « Corb et Mérous » 2015-2018 et proposition de suivi à long terme. Convention Agence Française pour la Biodiversité et ECOMERS-UNS-CNRS. ECOSEAS-UCA-CNRS publ., Fr. : 53 pp.

Sommaire

Remerciements 6

Résumé 7

Liste des figures 9

Liste des tableaux 10

Préambule 11

1. Cadre général de mise en œuvre et principes directeurs du programme de suivi « Corb et Mérous » 2015-2018 14

2. Méthodologie utilisée 15

2.1 Evaluation des populations de corb et « mérous » (2015-2018) sur la façade méditerranéenne française continentale 15

2.1.1 Les différents acteurs impliqués 15

2.1.2 Zones géographiques témoins et sites d'études 16

2.1.3 Protocole pour l'évaluation des populations de corb et de « mérous » 20

2.1.4 Analyse des données obtenues 21

2.2 Synthèse bibliographique sur les données « corb et mérous » disponibles en Méditerranée Nord-Occidentale 22

2.2.1 Analyse de la littérature scientifique internationale 22

2.2.2 Méta-analyses sur les données de biomasse et de densité des populations de corb et de mérous 22

2.3 Proposition d'une nouvelle approche pour l'évaluation des populations de corb et de mérous 23

2.3.1 Zone d'étude et sites sélectionnés 23

2.3.2 Plan d'échantillonnage et collecte des données 24

2.3.3 Analyse des données 24

3. Résultats 25

3.1 Programme de suivi 2015-2018 25

3.1.1 En ce qui concerne le corb *Sciaena umbra* 25

3.1.2 En ce qui concerne le mérou brun *Epinephelus marginatus* 27

3.2 Revue bibliographique 28

3.3 Campagne de recensements visuels avec la technique des « transects » 30

4. Discussion générale et conclusion 35

4.1 Le cas du corb *Sciaena umbra* 35

4.2 Le cas du mérou brun *Epinephelus marginatus* 36

4.3 Perspectives de suivis à long terme de l'effet des « moratoires corb et mérous » 37

5 Conclusions générales 38
Références bibliographiques 39
Annexe A : Détails des données bibliographiques sélectionnées 42
Annexe B : Détails des sites échantillonnés en 2019 48
Annexe C : Effectifs de corbs et de mérous bruns observés lors des suivis 2015-2018 51
Annexe D : Analyses statistiques (PERMANOVA) 52

Remerciements

Nous remercions l'ensemble des collègues scientifiques, gestionnaires d'aires marines protégées et autres usagers de la mer (responsables de fédérations, plongeurs professionnels et de loisirs, pêcheurs professionnels et récréatifs, randonneurs palmés, etc.) pour leur contribution à l'évaluation des populations de corb et de mérous en Méditerranée française. Un remerciement particulier à Mireille Harmelin-Vivien (CNRS) qui nous a aidé à traiter et à analyser une partie des données de comptages intermédiaires.

Nous tenons également à rendre hommage au Pr. Patrice Francour, scientifique passionné par le milieu marin et la biodiversité méditerranéenne, qui a largement participé à ce programme de suivi « Corb et Mérous ». Dans le cadre de ses recherches universitaires et de ses missions scientifiques au sein du Groupe d'Étude du Mérou (avec d'autres chercheurs, gestionnaires et usagers de la mer), le Pr. Francour a contribué à renforcer les connaissances sur ces espèces patrimoniales vulnérables. Suite aux résultats et enseignements de ces études, il ne cessait de recommander la mise en place ou le renouvellement de mesures et réglementations adaptées permettant de contribuer à la gestion durable de leurs populations.

PRÉCISIONS

Les suivis spécifiques en plongée effectués dans le cadre du programme « Corb et Mérous » 2015-2018 ont été réalisés par :

- F. Bachet (responsable de l'étude) et E. Charbonnel (référent projet), O. Bretton et B. Cadville (Syndicat Mixte du Parc Marin de la Côte Bleue) pour la zone géographique témoin de la Côte Bleue ;

- B. Casalta (référent projet), J.-P. Morin, F. Beau, M. Rincé, G. Sylla, F. Thiébaut et M. Thomassin (Service Observatoire marin de la communauté de communes du golfe de Saint-Tropez) pour la zone géographique témoin de la Corniche varoise ;

- A. Gigou (référent projet), M. Dumontier, B. Ferrari, O. Musard, R. Parra et Y. Jezequel (Parc naturel marin du golfe du Lion) pour la zone géographique témoin de la Côte Vermeille (golfe du Lion).

Résumé

Le 23 décembre 2013, quatre nouveaux arrêtés préfectoraux ont été signés pour les eaux territoriales méditerranéennes (continentales et corses). Les deux premiers réglementent, durant 10 ans, la pêche de cinq espèces de « mérous »[1] dont le mérou brun (*Epinephelus marginatus*). Les deux autres arrêtés réglementaient la pêche du corb (*Sciaena umbra*) durant 5 années (1ère échéance : fin décembre 2018).

Dans l'esprit de concertation du Conseil Maritime de Façade (CMF) Méditerranée, et selon le souhait des membres de la commission « mérous-corb » réunie à son initiative, un programme de suivi a ensuite été mis en place par l'Etat. La Direction Interrégionale de la Mer (DIRM) Méditerranée a ainsi sollicité l'Agence Française pour la Biodiversité (AFB) dans l'objectif d'évaluer l'efficacité de ces quatre arrêtés entre 2015 et 2018.

L'objectif principal de ce programme « Corb et Mérous » 2015-2018 était d'apprécier et d'évaluer l'efficacité des mesures réglementaires en vigueur depuis fin décembre 2013 portant sur la pêche du corb et de plusieurs espèces de « mérous » sur la façade méditerranéenne française. Cette démarche « pilote » avait pour objectifs :

a) de contribuer au recueil et à la consolidation des éléments scientifiques qui concernent le corb et les « mérous » à partir des données et publications scientifiques réunies ces dernières années et des missions d'échantillonnages programmées avec l'AFB de 2015 à 2018 ;
b) d'encadrer la coordination scientifique du suivi, la mise au point et l'utilisation de protocoles de comptage standardisés et de produire des données, des documents et des présentations de synthèse dans l'objectif d'enrichir les arguments scientifiques permettant de juger de la pertinence de renouveler ou pas les « moratoires » sur le corb arrivant à leur échéance ;
c) d'apporter un soutien (financier et technique) aux inventaires et aux organismes chargés de recueillir, de centraliser et d'analyser de manière critique et statistiquement l'ensemble des données disponibles/collectées ;
d) de permettre aux acteurs intéressés – groupes professionnels, structures associatives, partenaires institutionnels et scientifiques – de concourir à la présente initiative.

Ce programme s'appuie notamment sur :

a) le suivi de la présence, de l'abondance et de la distribution de tailles des corbs et des mérous (qui constituent d'excellents indicateurs de l'efficacité des mesures de limitation/gestion de la pêche) au niveau de « zones géographiques témoins » réparties sur la façade méditerranéenne continentale[2] : 1) la Côte vermeille (Parc naturel marin du golfe du Lion, mais hors réserve naturelle marine de Cerbère-Banyuls) ; 2) la Côte Bleue (hors réserves du Parc marin de la Côte Bleue) ; 3) la Corniche varoise ;

1) Le mérou brun (*Epinephelus marginatus*), la badèche (*Epinephelus costae*), le mérou gris (*Epinephelus caninus*), le mérou royal (*Mycteroperca rubra*) et le cernier (*Polyprion americanus*).

2) En parallèle, l'Office de l'Environnement de la Corse (OEC) coordonne et évalue une synthèse de données corbs et mérous au niveau des côtes corses.

b) l'analyse de la bibliographie internationale ;

c) la réalisation d'un suivi « type » (à titre d'exemple) ayant pour but de mettre au point et de planifier un suivi futur à « long terme », basé sur des critères et protocoles standardisés et acceptés à l'échelle internationale.

Les recensements de corbs et de mérous ont été réalisés hors zones de protection renforcées (ZPR)[3]. Les données bibliographiques et de terrain recueillies ont été centralisées par l'unité de recherche ECOSEAS (UMR 7035, Université Côte d'Azur-CNRS) qui a coordonné leur analyse critique et statistique.

Le suivi conduit en 2015/2016 et 2018 (4 campagnes d'échantillonnage au total) a mis principalement en évidence : i) une légère augmentation de l'abondance et de la taille des corbs observés uniquement au niveau de la Corniche varoise ; ii) une augmentation générale de la taille des mérous bruns observés ; iii) une absence d'observations d'autres espèces de « mérous » que le mérou brun *Epinephelus marginatus* malgré les importants efforts de prospection consacrés à ces suivis au niveau de sites propices à leur rencontre.

En résumé, ces résultats indiquent que : i) les moratoires mis en place en Méditerranée française dans l'objectif de contribuer à une gestion durable des stocks de corb et de mérous sur les côtes méditerranéennes françaises ont un effet positif sur les espèces qui en bénéficient ; ii) qu'en ce qui concerne le corb, ils vont dans le sens d'une recommandation du renouvellement, à leur échéance, des arrêtés du 23 décembre 2013 interdisant la pêche ciblée du corb pour une période de 5 ans.

L'analyse de la bibliographie scientifique internationale a permis de constater que, en Méditerranée, i) la technique des transects est la seule à être officiellement utilisée pour le suivi de poissons dans le cadre de plans d'échantillonnages adaptés (elle permet de référer les données relevées à une surface d'échantillonnage précise et d'estimer une biomasse moyenne par rapport à la surface calibrée) ; ii) les populations de corb et de mérou brun bénéficient clairement d'une protection intégrale (absence de tout prélèvement), mais aussi d'une protection partielle liée à la réduction de la pression de pêche (professionnelle et/ou de loisir).

La réalisation du suivi « type » a fourni des résultats très prometteurs en terme de : i) clarté de l'hypothèse à tester ; ii) réalisation pratique ; iii) traitement, présentation et interprétation des données ; iv) comparaison avec les données de littérature provenant d'autres localités de Méditerranée.

A l'issue de l'analyse des données bibliographiques et de terrain, un état des lieux des populations de corb et de mérous a été réalisé, ainsi que des approches plus souvent utilisées à l'échelle internationale. Par la suite, nous suggérons la mise en place de suivis permanents, basés sur un protocole adapté au suivi spécifique des populations de mérous et de corbs, sur des sites témoins répartis le long du littoral.

3) Ces zones de protection renforcées sont : a) les zones de non prélèvement du Parc national de Port-Cros ; b) les zones de réserve intégrale des réserves naturelles marines de Scandola, des Bouches-de-Bonifacio et de Cerbère-Banyuls ; c) certains cantonnements et réserves de pêche.

Liste des figures

Figure 1 : Photographies du mérou brun Epinephelus marginatus (haut) et du corb Sciaena umbra (bas) prises dans les eaux du Parc National de Port-Cros. Crédits photos © THALASSA Marine research & Environmental awareness. 12

Figure 2 : Localisation des zones géographiques témoins retenues sur la façade méditerranéenne française (cercles rouges). La « Côte Vermeille » ; la « Côte Bleue » ; la « Corniche varoise » ; la « Côte corse ». 16

Figure 3 : Localisation des 4 sites d'étude des corbs et des mérous échantillonnés en 2016 et en 2018, hors zones de protection renforcées, au niveau de la zone géographique témoin de la Côte Vermeille (points violets). 17

Figure 4 : Territoire d'action du Parc Marin de la Côte Bleue, avec localisation des 2 réserves, des récifs artificiels de production et de protection, et des 4 sites d'étude des corbs et des mérous échantillonnés hors zones de protection renforcées (étoiles). 17

Figure 5 : Localisation des 5 sites d'étude des corbs et des mérous échantillonnés en 2016 et 2018, hors zones de protection renforcées, au niveau de la zone géographique témoin de la Corniche varoise (points rouges). 18

Figure 6 : Sites sélectionnés au niveau des communes de Nice et de Saint-Jean-Cap-Ferrat. 23

Figure 7 : Sites sélectionnés au niveau de la commune de Roquebrune-Cap-Martin. 24

Figure 8 : Abondance des corbs observés lors des 4 campagnes d'échantillonnages entre 2015 et 2018 sur les 3 zones géographiques témoins (Côte Vermeille, Côte Bleue et Corniche varoise). Les valeurs zéro correspondent à des campagnes d'échantillonnages pour lesquelles aucun corb n'a été recensé. 25

Figure 9 : Répartition des tailles (cm) de corb en 2015/2016 (gris) et en 2018 (noir) pour les trois zones géographiques étudiées. 26

Figure 10 : Abondance des mérous bruns observés lors des 4 campagnes d'échantillonnage entre 2015 et 2018 sur les 3 zones géographiques témoins (Côte Vermeille, Côte Bleue et Corniche varoise). La valeur zéro correspond à une campagne d'échantillonnage pour laquelle aucun mérou n'a été recensé. 27

Figure 11 : Répartition de la taille (cm) des mérous bruns observés en 2015/2016 (gris) et en 2018 (noir) pour les trois zones géographiques témoins échantillonnées. 28

Figure 12 : Méta-analyse réalisée sur les données de biomasse de corb et de mérou brun issues de différentes zones de protection (« intégrale », « partielle » et « contrôle » non protégée). NS signale l'absence de différence significative pour le statut de protection testé. 29

Figure 13 : Méta-analyse réalisée sur les données de densité de corb et de mérou brun issues de différentes zones de protection (« intégrale », « partielle » et « contrôle » non protégée). NS signale l'absence de différence significative pour le statut de protection testé. 30

Figure 14 : Densité et biomasse (moyenne ± ES) du corb par site (S1, S2 et S3) dans les 3 localités étudiées (Cap Ferrat, Cap de Nice et Cap Martin). 31

Figure 15 : Répartition par tailles des corbs observés dans les 3 localités étudiées (Cap Ferrat, Cap de Nice et Cap Martin), en cumulant les données récoltées dans les trois sites par localité. n représente les effectifs recensés. 32

Figure 16 : Densité et biomasse de mérou brun par site (S1, S2 et S3) dans les 3 localités (Cap Ferrat, Cap de Nice et Cap Martin) (moyenne ± ES). 33

Figure 17 : Répartition par taille du mérou brun dans les 3 localités (Cap Ferrat, Cap de Nice et Cap Martin), en cumulant les données récoltées au niveau des trois sites échantillonnés pour chaque localité. n représente les effectifs. 34

Liste des tableaux

Tableau 1 : Zones géographiques, sites d'étude, dates d'échantillonnages et surfaces prospectées au cours du programme de suivi « Corb et Mérous » 2015-2018. 19

Tableau 2 : Détails des données issues des 17 articles scientifiques internationaux contenant des données de variables écologiques dans des zones possédant un statut de protection particulier. En surligné jaune, les 7 articles présentant des données sur les variables écologiques (biomasse et/ou densité) utilisés pour l'analyse. 42

Tableau 3 : Détails des sites échantillonnés (S1, S2 et S3) en 2019 dans 3 localités des Alpes-Maritimes. 48

Tableau 4: Effectifs de corb et de mérou brun observés lors des suivis 2015-2018 sur les 3 zones géographiques témoins. 51

Tableau 5 : PERMANOVA réalisée sur les données de densité de corb dans 3 localités des Alpes-Maritime,s en 2019. 52

Tableau 6 : PERMANOVA réalisée sur les données de biomasse de corb dans 3 localités des Alpes-Maritimes, en 2019. 52

Tableau 7 : PERMANOVA réalisée sur les données de densité de mérou brun dans 3 localités des Alpes-Maritimes, en 2019. 52

Tableau 8 : PERMANOVA réalisée sur les données de biomasse de mérou brun dans 3 localités des Alpes-Maritimes, en 2019. 53

Préambule

La pêche est l'activité de prélèvement humaine la plus répandue dans le milieu marin (Jennings & Kaiser, 1998) et il est aujourd'hui établi que les *stocks* de certaines espèces sont en déclin à travers le monde dans de nombreuses zones de pêche (Botsford et al., 1997 ; FAO, 2018). Certaines activités de pêche ont altéré et dégradé les écosystèmes marins par des effets directs et indirects, en particulier dans de nombreuses régions côtières où la pression de pêche et d'autres perturbations anthropiques sont les plus intenses. En effet, outre l'effet direct de la pêche sur certaines espèces cibles, l'élimination d'importants prédateurs de haut niveau trophique par la pêche peut entraîner des effets à l'échelle de l'écosystème (Paine, 1980 ; Sala et al., 1998 ; Pinnegar et al., 2000 ; Guidetti, 2006 ; Worm et al., 2006). Les conséquences indirectes sont particulièrement évidentes lorsque les proies, libérées de leurs prédateurs par la pêche, ont la capacité de modifier des communautés entières, comme cela a été observé dans les eaux tropicales (Done, 1992) ou dans les eaux tempérées comme en Méditerranée (Sala et al., 1998 ; Pinnegar et al., 2000 ; Guidetti, 2006).

Pour contribuer à endiguer ces impacts, des « aires marines protégées » ont été créées, notamment en Méditerranée. Ces zones faisant, en particulier, l'objet de réglementations de prélèvements spécifiques se sont en général avérées être un bon outil de gestion permettant de rétablir un certain équilibre trophique (Francour, 1994 ; Guidetti, 2006 ; Guidetti et al., 2014). Cet outil peut permettre de réguler les activités humaines (dont la pêche professionnelle ou de loisir) qui peuvent engendrer un impact négatif important sur les espèces cibles, représentées dans la plupart des cas par des prédateurs de haut niveau trophique (Jennings & Kaiser, 1998 ; Lloret et al., 2008). En Méditerranée, certains de ces prédateurs confrontés à un déclin majeur font l'objet d'un statut et, dans certains pays, de réglementations de prélèvements particulières qui contribuent à leur protection partielle. C'est le cas, en Méditerranée française, de plusieurs espèces de « mérous » (dont le mérou brun *Epinephelus marginatus*) et du corb *Sciaena umbra*, considérées au niveau international comme des espèces « menacées » (Chao, 2015 ; Pollard et al., 2018)

Le mérou brun et le corb (deux espèces emblématiques et à haute valeur patrimoniale de la Méditerranée) sont très populaires auprès des plongeurs pour leur grâce, leur taille et leur comportement (Fig. 1). Ils vivent principalement sur les fonds rocheux riches en cavités (Harmelin, 1991 ; Harmelin & Harmelin-Vivien, 1999). Leurs caractéristiques biologiques les rendent très vulnérables à certaines pressions de pêche (Lembo et al., 1999 ; Hackradt et al., 2014) : leur habitat peu profond, accessible (en apnée aussi) et directement influencé par les activités humaines ; leur fidélité à un site ; leur comportement calme, curieux et placide ; leur reproduction tardive et particulière pour le mérou (hermaphrodisme protérogyne) ; leur croissance relativement lente ; leur recrutement peu abondant avec peu de juvéniles (Chauvet, 1991 ; Harmelin, 1991 ; Harmelin & Harmelin-Vivien, 1999 ; Condini et al., 2017).

Figure 1 : Photographies du mérou brun Epinephelus marginatus *(haut) et du corb* Sciaena umbra *(bas) prises dans les eaux du Parc National de Port-Cros. Crédits photos © THALASSA Marine research & Environmental awareness.*

Ces spécificités biologiques et écologiques expliquent en grande partie les répercussions importantes qui peuvent être observées sur les populations de mérou brun et de corb lorsqu'elles font l'objet de prélèvements ciblés ou en quantité trop élevée par rapport à la disponibilité limitée des ressources et à la capacité de restauration et au renouvellement lents de leurs populations. Ainsi, par leur présence, leur abondance et leur distribution de tailles, ces espèces constituent un excellent indicateur de l'efficacité des mesures de limitation/gestion de la pêche, de l'effet réserve et de la restauration de leurs effectifs en l'absence de prélèvements ciblés.

Au niveau international, plusieurs espèces de mérous (dont le mérou brun) et le corb sont considérées, pour l'ensemble de ces raisons, comme « menacées ». Elles sont inscrites dans l'Annexe III (espèces faunistiques protégées) des conventions de Barcelone (protocole de 1976 relatif aux aires spécialement protégées et à la diversité biologique en Méditerranée, amendé le 10/06/1995) et de Berne (Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe, 19/09/1979). Le corb et plusieurs espèces de mérous sont également classés comme espèces « vulnérable » ou « en danger » dans les listes de statuts de conservation (listes rouges des espèces menacées) régulièrement actualisées par l'*IUCN* (*International Union for Conservation of Nature*) (IUCN, 2019). Pour les Etats signataires de la Convention de Berne, tels que la France, cela implique que « … toute exploitation doit être réglementée de manière à maintenir l'existence de ces populations hors de danger ».

En 2012-2013, afin de répondre à ses obligations internationales, l'Etat français a procédé à une actualisation du statut du corb et de plusieurs espèces de « mérous » (dont le mérou brun). L'objectif principal de cette démarche était de statuer sur les mesures de gestion à mettre en place, à renouveler ou à adapter, pour contribuer à la conservation et à la gestion durable des populations (en tant que ressources) de ces espèces dans les eaux françaises. Administratifs et gestionnaires du milieu marin, des pêches et des aires marines protégées, experts scientifiques et représentants des usagers de la mer, professionnels et de loisirs, ont été consultés. A l'initiative du Conseil Maritime de Façade (CMF) Méditerranée, une commission « mérous-corb » a été animée par la Direction Interrégionale de la Mer (DIRM) Méditerranée. S'appuyant sur les données scientifiques disponibles et sur les argumentaires présentés, le CMF a ensuite adopté et proposé différentes mesures aux autorités compétentes, dans l'objectif de renforcer ou de renouveler les réglementations de conservation et de gestion des populations de corb et de plusieurs espèces de « mérous » en Méditerranée française.

Fin décembre 2013, le Préfet de la Région Provence-Alpes-Côte d'Azur (pour les eaux territoriales de Méditerranée continentale, Languedoc-Roussillon et Provence-Alpes-Côte d'Azur) et le Préfet de Corse (pour les eaux territoriales autour de la Corse) ont ensuite défini et pris quatre nouveaux arrêtés.

Deux d'entre eux (arrêtés n^{os} 2013357-0001 et 2013357-0004) réglementent, durant 10 ans (échéance : fin décembre 2023), la pêche de cinq espèces de « mérous »[4] :

- le mérou brun (*Epinephelus marginatus*),
- la badèche (*Epinephelus costae*),
- le mérou gris (*Epinephelus caninus*),
- le mérou royal (*Mycteroperca rubra*),
- le cernier (*Polyprion americanus*).

Les deux autres (arrêtés n^{os} 2013357-0002 et 2013357-0007) portaient réglementation de la pêche du corb (*Sciaena umbra*) durant 5 années (avant d'être renouvelés à leur échéance en décembre 2018).

4) Les 4 premières espèces appartiennent à la famille des Serranidés. Le cernier fait partie d'une famille proche : les Polyprionidés.

1. Cadre général de mise en œuvre et principes directeurs du programme de suivi « Corb et Mérous » 2015-2018

Dans sa délibération du 14 novembre 2013, le Conseil Maritime de Façade (CMF) a exprimé le souhait que l'entrée en application des réglementations et interdictions de prélèvement du corb soit accompagnée d'un dispositif de suivi permettant d'apprécier l'effet de ces dispositions et de fonder, à échéance, leur reconduction ou leur révision.

Suite à l'entrée en vigueur des quatre arrêtés préfectoraux « corb et mérous », et dans l'esprit de concertation du CMF et du souhait des membres de la commission « mérous-corb », la DIRM Méditerranée a officiellement saisi l'antenne Méditerranée de l'Agence des aires marines protégées (AAMP) pour mettre en place et animer un programme de suivi scientifique des populations de corb et de « mérous ». Le 1er janvier 2017, l'AAMP a intégré l'Agence française pour la biodiversité (AFB[5]) dont l'antenne Méditerranée assure désormais la coordination technique du programme de suivi « Corb et Mérous ».

L'objectif principal de ce programme 2015-2018 était d'apprécier et d'évaluer l'efficacité des mesures réglementaires en vigueur depuis fin décembre 2013 portant sur la pêche du corb et de plusieurs espèces de « mérous » sur la façade méditerranéenne française. Cette démarche « pilote » avait pour objectif :

a) de contribuer au recueil et à la consolidation des éléments scientifiques qui concernent le corb et les « mérous » à partir des données et publications scientifiques réunies ces dernières années et des missions d'échantillonnages programmées avec l'AFB de 2015 à 2018 ;

b) d'encadrer la coordination scientifique du suivi, la mise au point et l'utilisation de protocoles de comptage standardisés et de produire des données, des documents et des présentations de synthèse dans l'objectif d'enrichir les arguments scientifiques permettant de juger de la pertinence de renouveler ou pas les « moratoires » sur le corb arrivant à leur échéance ;

c) d'apporter un soutien (financier et technique) aux inventaires et aux organismes chargés de recueillir, de centraliser et d'analyser de manière critique et statistiquement l'ensemble des données disponibles/collectées ;

d) de permettre aux acteurs intéressés – groupes professionnels, structures associatives, partenaires institutionnels et scientifiques – de concourir à la présente initiative.

Dans ce cadre, le programme de surveillance « corb et mérous » 2015-2018 a fait l'objet d'une convention particulière de partenariat entre l'Agence française pour la biodiversité (ex-AAMP) et les organismes gestionnaires. Cette convention avait pour objet de « permettre, par l'association de moyens techniques, scientifiques et financiers du gestionnaire et de l'Agence, la mise en œuvre du programme de surveillance « Corb et Mérous » 2015-2018, (...) dans le cadre de l'évaluation des arrêtés réglementant leur pêche, pris en décembre 2013 » (Article 1 de la convention).

5) Depuis le 1er janvier 2017, l'AFB regroupe également en son sein l'Atelier technique des espaces naturels, l'Office national de l'eau et des milieux aquatiques et Parcs nationaux de France.

2. Méthodologie utilisée

2.1 Evaluation des populations de corb et « mérous » (2015-2018) sur la façade méditerranéenne française continentale

2.1.1 Les différents acteurs impliqués

- la Direction interrégionale de la mer (DIRM) Méditerranée : cet établissement public est en charge du suivi général du dispositif en sa triple qualité de service de l'Etat compétent en matière de pêches maritimes, de service assurant le secrétariat du CMF, et d'échelon d'élaboration du Plan d'action pour le milieu marin[6] (PAMM) ;

- l'Agence Française pour la Biodiversité (AFB) via l'Antenne Méditerranée : en cohérence avec son mandat général d'appui aux politiques publiques de protection et d'étude du milieu marin, cet autre établissement public est chargé de coordonner le dispositif de suivi sur les plans scientifique et opérationnel ;

- les organismes gestionnaires pour l'aide logistique et opérationnelle : le Parc naturel marin du golfe du Lion, pour la « Côte vermeille », hors réserve naturelle marine de Cerbère-Banyuls ; le Parc marin de la Côte Bleue, hors cantonnements de pêche de Carry-le-Rouet et de Cap Couronne ; la Communauté de communes du golfe de Saint-Tropez (CCGST) et son service Observatoire marin, pour la « Corniche varoise ».

- les experts scientifiques du laboratoire ECOSEAS (UMR 7035 Université Côte d'Azur-CNRS depuis janvier 2019 ; ex. ECOMERS) spécialisés en écologie marine, et notamment en étude et suivi d'espèces indicatrices de haut niveau trophique, telles que le mérou brun et le corb. Cette unité mixte de recherche (UMR) de l'Université Côte d'Azur et du CNRS a été désignée comme référent scientifique de ce programme de suivi. En liaison avec la DIRM, l'AFB et les opérateurs de terrain, le laboratoire ECOSEAS est chargé de la centralisation des données, de leur analyse critique et statistique, et de la présentation des résultats, en collaboration avec d'autres experts universitaires et/ou CNRS.

- les gestionnaires des aires marines protégées et du milieu marin en général qui sont invités à développer, à poursuivre et à maintenir des actions d'évaluation de populations de ces espèces, et à partager les données acquises à l'occasion d'autres programmes de suivis ;

- le secteur récréatif (en particulier associatif), notamment les fédérations de plongée et de pêche sous-marine, qui est encouragé à contribuer à ce programme en partageant ses données corb et « mérous ».

6) Pour chaque sous-région marine, un plan d'action pour le milieu marin (PAMM) a été élaboré et mis en œuvre, en vue de réaliser ou de maintenir un bon état écologique du milieu marin au plus tard en 2020. Les populations de poissons et crustacés exploitées doivent en particulier se situer dans des limites de sécurité biologique, et présenter une répartition de populations par âge et par taille qui témoigne de la bonne santé du stock.

2.1.2 Zones géographiques témoins et sites d'études

Dans le cadre du programme de suivi « Corb et Mérous » 2015-2018, trois zones géographiques témoins réparties sur la façade méditerranéenne française continentale ont été retenues (Fig. 2) :

- la « Côte Vermeille », au large du département des Pyrénées-Orientales (Fig. 3) ;
- la « Côte Bleue », au large des Bouches-du-Rhône (Fig. 4) ;
- la « Corniche varoise », dans le Var (Fig. 5).

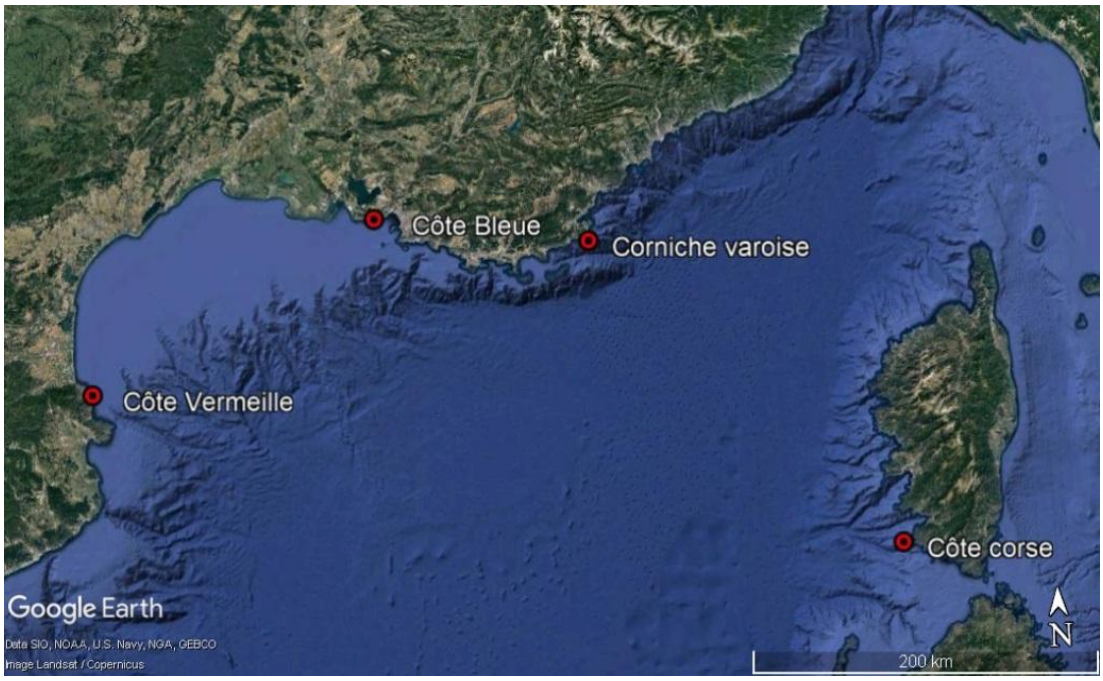

Figure 2 : Localisation des zones géographiques témoins retenues sur la façade méditerranéenne française (cercles rouges). La « Côte Vermeille » ; la « Côte Bleue » ; la « Corniche varoise » ; la « Côte corse ».

Toujours dans le cadre de ce programme de suivi 2015-2018, l'Office de l'Environnement de la Corse (OEC) était de son côté en charge de réunir, d'analyser et de publier une synthèse des données corb et « mérous » recueillies sur la « Côte corse » (Fig. 2). Ces données ne sont pas présentées dans ce rapport.

Figure 3 : Localisation des 4 sites d'étude des corbs et des mérous échantillonnés en 2016 et en 2018, hors zones de protection renforcées, au niveau de la zone géographique témoin de la Côte Vermeille (points violets).

Figure 4 : Territoire d'action du Parc Marin de la Côte Bleue, avec localisation des 2 réserves, des récifs artificiels de production et de protection, et des 4 sites d'étude des corbs et des mérous échantillonnés hors zones de protection renforcées (étoiles).

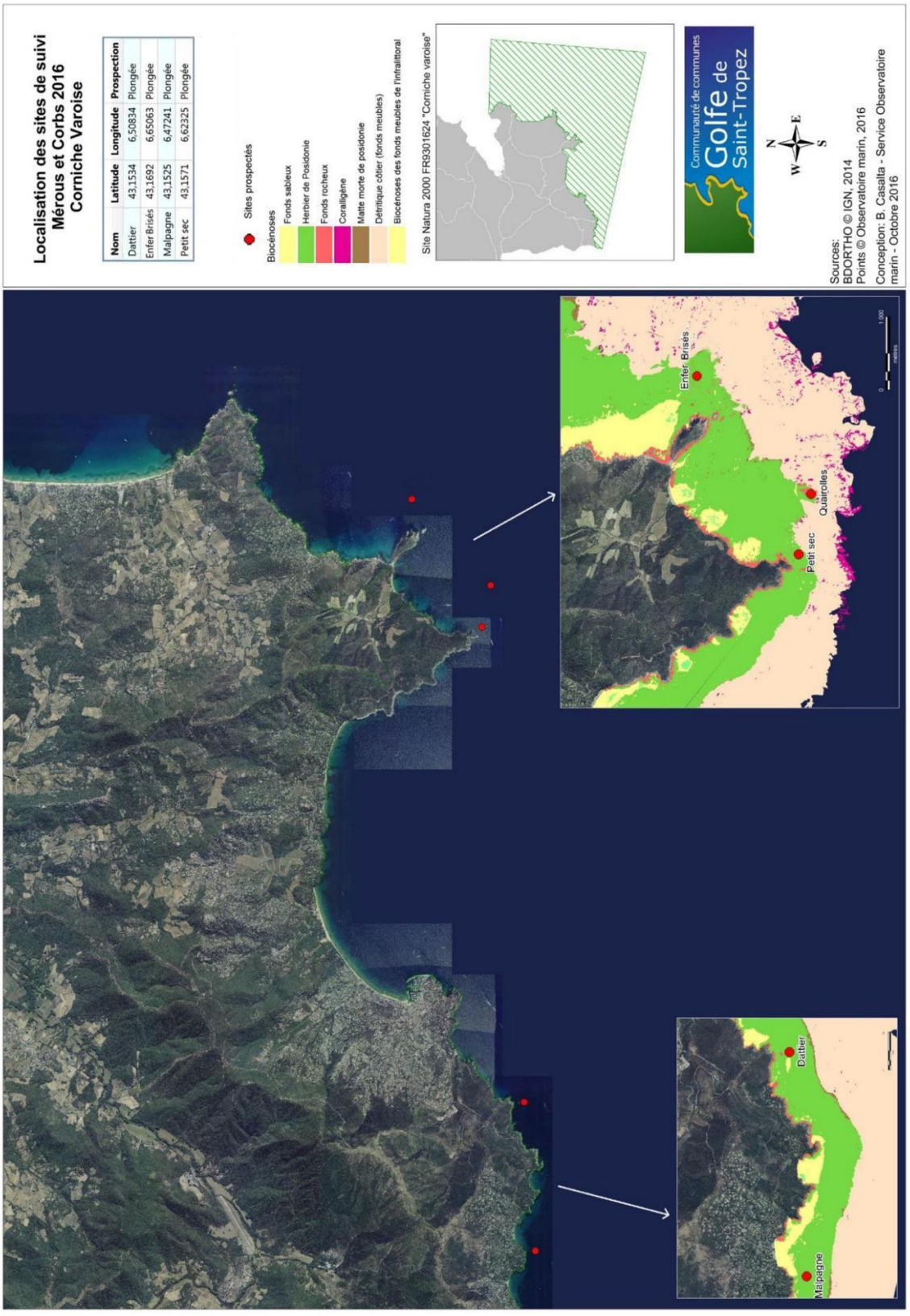

Figure 5 : Localisation des 5 sites d'étude des corbs et des mérous échantillonnés en 2016 et 2018, hors zones de protection renforcées, au niveau de la zone géographique témoin de la Corniche varoise (points rouges).

Dans une volonté de concertation, les structures chargées de ces recensements au niveau des zones géographiques témoins ont invité des acteurs de la pêche sous-marine et de la plongée volontaires ainsi que des experts scientifiques à proposer des sites présentant les habitats propices à la présence de corb et de « mérous ». Sur chaque zone témoin, 4 ou 5 sites localisés hors zones de protection renforcées (ZPR) ont été retenus (Tableau 1).

Des mérous avaient déjà été observés sur la plupart des sites sélectionnés, mais pas toujours des corbs. Les sites pour lesquels au moins quelques individus de corbs avaient déjà été observés (en plus des mérous) ont été retenus en priorité.

Tableau 1 : Zones géographiques, sites d'étude, dates d'échantillonnages et surfaces prospectées au cours du programme de suivi « Corb et Mérous » 2015-2018.

Zones géographiques	**Sites prospectés**	**1ere campagne d'échantillonnage 2015/2016**	**2nd campagne d'échantillonnage 2015/2016**	**1er campagne d'échantillonnage 2018**	**2nd campagne d'échantillonnage 2018**
Côte Vermeille (Golfe du Lion)	Canadells	19/08/16	24/08/16	16/08/18	10/09/18
		11 700 m^2 prospectés	15 600 m^2 prospectés	11 000 m^2 prospectés	15 000 m^2 prospectés
	Sainte-Catherine	12/07/16	23/08/16	21/08/18	11/09/18
		8 700 m^2 prospectés	12 000 m^2 prospectés	8 700 m^2 prospectés	12 000 m^2 prospectés
	Cap Béar	05/07/16	23/08/16	21/08/18	11/09/18
		6 750 m^2 prospectés	10 000 m^2 prospectés	6 500 m^2 prospectés	10 000 m^2 prospectés
	La Moulade	18/08/16	01/09/16	21/08/18	19/09/18
		9 000 m^2 prospectés	19 000 m^2 prospectés	10 000 m^2 prospectés	10 000 m^2 prospectés
Côte Bleue (Golfe de Marseille)	Tombant du Plan de Carro	13/10/15	30/10/15	08/06/18	28/06/18
		9 200 m^2 prospectés	11 800 m^2 prospectés	10 000 m^2 prospectés	10 000 m^2 prospectés
	Aragnon	13/10/15	30/10/15	11/06/18	28/06/18
		13 000 m^2 prospectés	13 000 m^2 prospectés	13 000 m^2 prospectés	13 000 m^2 prospectés
	Tombant du vétérinaire	22/09/15	28/09/15	05/ 06/18	25/06/18
		8 300 m^2 prospectés	8 300 m^2 prospectés	8 300 m^2 prospectés	8 300 m^2 prospectés
	Tombant Sud-Est de l'île de l'Elevine	15/09/15	06/11/15	05/06/18	25/06/18
		8 000 m^2 prospectés	8 000 m^2 prospectés	8 000 m^2 prospectés	8 000 m^2 prospectés

Zones géographiques	Sites prospectés	1ère campagne d'échantillonnage 2015/2016	2nde campagne d'échantillonnage 2015/2016	1ère campagne d'échantillonnage 2018	2nde campagne d'échantillonnage 2018
Corniche varoise	Malpagne	04/10/16	18/10/16	18/09/18	04/10/18
		5 100 m^2 prospectés	4 500 m^2 prospectés	5 000 m^2 prospectés	5 000 m^2 prospectés
	Dattier	04/10/16	18/10/16	18/09/18	04/10/18
		9 000 m^2 prospectés	7 050 m^2 prospectés	7 000 m^2 prospectés	7 000 m^2 prospectés
	Petit Sec	05/10/16	19/10/16	19/09/18	02/10/18
		4 600 m^2 prospectés	4 300 m^2 prospectés	4 500 m^2 prospectés	4 500 m^2 prospectés
	Les Quairolles	05/10/16	19/10/16	19/09/18	02/10/18
		6 750 m^2 prospectés	9 200 m^2 prospectés	7 000 m^2 prospectés	7 000 m^2 prospectés
	Les Brisés et l'Enfer	4/10/16	18/10/16	18/09/18	03/10/18
		13 500 m^2 prospectés	12 000 m^2 prospectés	12 000 m^2 prospectés	12 000 m^2 prospectés

2.1.3 Protocole d'évaluation des populations de corb et de « mérous » entre 2015-2016 et 2018

Le protocole de suivi utilisé s'est appuyé sur une méthode de comptage visuel en plongée scaphandre développée par des scientifiques (universitaires et CNRS). Ce protocole est notamment utilisé depuis plus de 30 ans par les plongeurs experts du Groupe d'Etude du Mérou[7] (GEM), ainsi que par des gestionnaires d'aires marines protégées en France et à Monaco.

Chaque échantillonnage visuel a été réalisé par une palanquée de 3 à 6 plongeurs répartis au maximum entre 5 m et 30 m de profondeur et progressant parallèlement au trait de côte à 5 ou 10 m de distance les uns des autres, selon les conditions de visibilité, la topographie, la complexité et l'étendue des sites prospectés.

Pour chaque observation de corb ou de mérou, plusieurs informations sont relevées sur des plaquettes immergeables :

- l'espèce observée ;
- la longueur totale (estimée à 5 ou 10 cm près pour chaque mérou, à 2 ou 5 cm près pour chaque corb) ;
- le temps de plongée (à partir du début d'immersion de l'équipe de plongeurs) ;
- la profondeur d'observation ;
- le comportement du poisson (fuite, indifférence, posé, à trou, en pleine eau, etc.) ;
- la direction prise en cas de déplacement ou de fuite (afin d'éviter les risques de le comptabiliser plusieurs fois) ;

7) Le GEM est un groupe d'étude composé de scientifiques et experts (en écologie marine et en étude statistique des populations, universitaires et/ou CNRS), de membres de conseils scientifiques et d'administration de parcs nationaux et/ou d'autres aires marines protégées (AMP) et de gestionnaires d'AMP. Il compte également parmi ses membres des plongeurs et pêcheurs récréatifs et professionnels, ainsi que des personnes représentatives de la société civile avec ou sans lien professionnel direct avec le milieu marin.

- d'éventuels détails particuliers (cicatrice, blessure, livrée, tache particulière, etc.) ;
- s'il s'agit d'un individu isolé ou d'un groupe d'individus, etc.

Des données complémentaires peuvent également être recueillies telles que :

- la disponibilité et les caractéristiques des habitats et abris potentiels (roche, herbier de posidonie, éboulis, ragues, tombant, etc.) ;
- une appréciation qualitative et quantitative des ressources en proies disponibles, des autres espèces de haut niveau trophique (prédateurs) observées, etc. ;
- les conditions de mer enregistrées lors de la prospection (températures des eaux, profondeur de la thermocline, distance de visibilité, agitation des eaux, etc.) et les jours précédents (coup de mer, coup de vent, chute brutale des températures, orage important, etc.) ;
- la fréquentation du site prospecté par différents usagers de la mer (pêcheurs professionnels et récréatifs, plongeurs scaphandre, apnéistes et randonneurs palmés, etc.).

Au retour de chaque plongée, une synthèse des observations est effectuée. Le tri des informations recueillies par chaque plongeur permet d'éviter les doubles comptages (lorsqu'un mérou ou un corb se déplace ou se trouve dans le champ visuel de plusieurs plongeurs), et d'affiner la taille des individus observés par plusieurs plongeurs.

Pour chacune des 3 zones géographiques témoins, 4 à 5 sites ont été sélectionnés. Pour chacun des 13 sites prospectés au total, 2 campagnes de recensements visuels ont été réalisées durant la première période (2015/ 2016) et 2 autres campagnes d'échantillonnages durant la seconde période (2018). L'ensemble des recensements a été réalisé quand la température de l'eau était supérieure ou égale à 17-18°C. Les surfaces prospectées lors de chaque recensement visuel ont été estimées (avec une certaine approximation) après positionnement sur des cartes et/ou dans des Systèmes d'informations géographiques (SIG) et exprimée en m^2.

2.1.4 Analyse des données obtenues

Les données ont été compilées et présentées par espèce et selon la zone géographique témoin considérée. Les échantillonnages réalisés à l'occasion du programme 2015-2018 n'ayant pas été établis à l'aide de « réplicats » aléatoires et de « transects » de longueur et de largeur bien déterminés, les densités ou biomasses des 2 espèces par unité de surface non pas pu être estimées avec précision. Les observations enregistrées permettent toutefois d'indiquer les abondances relatives des populations par site, par zone témoin ou bien par période de recensement.

Sur la base des données d'abondance et les tailles des individus observés, nous avons cherché à savoir si la fréquence de tailles des individus (en cm, longueur totale, LT) avait évolué entre 2015/16 et 2018. Le test de Kolmogorov-Smirnov a été utilisé pour tester d'éventuelles différences dans la distribution des tailles entre les 2 périodes de recensement.

2.2 Synthèse bibliographique sur les données « corb et mérous » disponibles en Méditerranée Nord-Occidentale

2.2.1 Analyse de la littérature scientifique internationale

Dans l'objectif de dresser un état des lieux des connaissances acquises en Méditerranée Nord-occidentale sur les populations de corb et de « mérous », une recherche bibliographique a été réalisée dans les bases de données scientifiques pour identifier les études qui ont fait l'objet de publications dans des journaux scientifiques internationaux. Nous avons utilisé les moteurs de recherche Web of Science et Google Scholar en sélectionnant les articles indexés publiés entre 1950 et le 20 avril 2019 et les mots clés suivant : « Mediterranean », « *Epinephelus* », « *Sciaena umbra* » dans les titres, les mots clés ou les résumés. Nous avons exclusivement considéré les études portant sur la Méditerranée Nord-Occidentale (Espagne, France, Monaco et Italie). Le résultat a permis d'identifier 320 articles potentiels. Nous avons ensuite sélectionné 17 articles contenant des données de variables écologiques dans des zones possédant un statut de protection particulier (zone de protection intégrale ; zone de protection partielle ; zone non protégée ; réserve marine, Natura 2000, etc.) (Annexe A). Dans une seconde étape, nous avons affiné notre recherche en nous focalisant sur les données de biomasse et/ou de densité. Nous avons retenu 7 articles répondant à ces critères (surlignés en jaune dans l'Annexe A). Pour chaque article, nous avons extrait des informations des textes, tableaux et figures : l'espèce concernée (*Epinephelus marginatus*, en considérant l'absence de données publiées sur les autres « mérous », et/ou *Sciaena umbra*), la localisation géographique, le statut de protection de la zone d'étude, les données de biomasse et/ou de densité ainsi que la méthode d'échantillonnage utilisée.

2.2.2 Méta-analyses sur les données de biomasse et de densité des populations de corb et de mérous

Avec les données de biomasse, de densité et les précisions sur le statut de protection des sites échantillonnés en Méditerranée Nord-Occidentale, nous avons pu quantifier la réponse des populations de corb et de mérou brun à l'effet de protection en utilisant le log ratio ln R (Hedges et al., 1999), calculée par la formule ln(Xt/Xc), où Xt et Xc représentent respectivement les valeurs moyennes de densités ou de biomasses d'un site en fonction de son statut de protection (intégrale, partielle et contrôle non protégée). L'appellation protection « intégrale » correspond aux zones pour lesquelles la pêche est interdite sous toutes ses formes. L'appellation protection « partielle » correspond aux zones de protection où la pêche est réglementée. L'appellation « contrôle non protégée » correspond aux zones, situées généralement en dehors des aires marines protégées (AMP), où la pêche est autorisée selon des réglementations (moins strictes) en vigueur dans la région ou le pays. Un intervalle de confiance (IC) de 95 % a été estimé pour chaque réponse. Des valeurs positives de Log ratio (Ln R) indiquent une densité/biomasse moyenne plus élevées en condition protégée (« intégrale/partielle ») par rapport à la condition « contrôle non protégée ». Une valeur de zéro, au contraire, implique que la densité/biomasse moyenne est comparable que ce soit en conditions protégée et de contrôle. Des valeurs moyennes de Log ratio (Ln R) sont considérées significativement différentes de zéro (c'est-à-dire un effet significatif de la protection) quand les limites de confiance de 95 % autour de la moyenne ne se superposent pas à la valeur zéro.

2.3 Proposition d'une nouvelle approche pour l'évaluation des populations de corb et de mérous

Sur la base de la synthèse bibliographique des données « Corb et Mérous » issues de publications scientifiques internationales (chapitre « Résultats »), il s'avère que les données de densité, complétées de celles de taille et de biomasse, sont souvent utilisées comme indicateur pour évaluer les effets à long terme de la mise en place de réglementations telles que l'interdiction ou la limitation de la pêche.

Nous proposons ci-après une approche « type », qui combine une technique de récolte des données et un plan d'échantillonnage, basée sur une méthode notamment utilisée pour l'évaluation de l'efficacité des aires marines protégées en Méditerranée. Cette approche permet l'acquisition de données de densité et de taille (ce qui permet ensuite d'estimer la biomasse), sur la base d'une hypothèse d'étude *a priori*, grâce à la réalisation de recensements visuels en scaphandre autonome sur transect (Harmelin-Vivien et al., 1985), en suivant un plan d'échantillonnage approprié (Underwood, 1997 ; Guidetti, 2002).

2.3.1 Zone d'étude et sites sélectionnés

La zone d'étude sélectionnée pour ce suivi « type » ayant pour but de tester et de présenter cette approche se situe dans le département des Alpes-Maritimes, au niveau des communes de Nice, de Saint-Jean-Cap-Ferrat et de Roquebrune-Cap-Martin (Fig. 6 et Fig. 7). Pour chacune de ces trois communes, dorénavant appelées 'localités', 3 sites d'échantillonnage ont été sélectionnés aléatoirement, en fonction des habitats propices à la présence des 2 espèces cibles, c'est-à-dire des fonds rocheux, riches en abris et cavités, d'une profondeur comprise en 8 m et 15 m, parfois à proximité d'un herbier de posidonie *Posidonia oceanica*. Dans le cadre de ce suivi « type », les sites sélectionnés sont situés hors de zones de protection renforcées.

Figure 6 : Sites sélectionnés au niveau des communes de Nice et de Saint-Jean-Cap-Ferrat.

Figure 7 : Sites sélectionnés au niveau de la commune de Roquebrune-Cap-Martin.

2.3.2 Plan d'échantillonnage et collecte des données

Le plan d'échantillonnage « type » comportait 3 localités (les communes de Nice, de Saint-Jean-Cap-Ferrat et de Roquebrune-Cap-Martin) et 3 sites par localité séparés par au moins 400 m de linéaire côtier. Pour chacun des sites, 6 recensements visuels sont réalisés. La méthode de recensement visuel utilisée est celle décrite, en grandes lignes, par Harmelin-Vivien et al. (1985) et consiste en la réalisation de comptages visuels des abondances et des tailles des individus observés le long d'un transect, fixé dans cette étude à 25 m de longueur et 5 m de largeur (ce qui correspond à une surface explorée de 125 m^2 par transect).

La technique des transects est la plus utilisée au monde (Caldwell et al., 2016) et celui de 25 m x 5 m est largement utilisé en Méditerranée (Guidetti et al., 2014 ; Hackradt et al., 2017 ; Giakoumi et al., 2019). Les abondances sont évaluées en comptant chaque individu rencontré le long de chaque transect, alors que les tailles sont estimées en considérant des classes de taille de 2 cm d'écart pour le corb et de 5 cm d'écart pour les mérous. Les tailles estimées des poissons sont ensuite converties en biomasse en utilisant la relation taille – poids $W = a \times L^b$, où W correspond au poids en gramme et L à la longueur totale en cm. Les paramètres *a* et *b* sont définis selon la base de données Fishbase (Froese and Pauly, 2016). La superficie connue de chaque transect (125 m^2) permet ensuite d'exprimer les données en biomasse ou densité par unité de surface. Des informations sur la géomorphologie et l'habitat ont également été enregistrées aux niveaux des différents sites échantillonnés (Annexe B).

2.3.3 Analyse des données

A partir des données de densité et de tailles, les biomasses de corb et de mérou brun (aucune autre espèce de mérou n'a été observée lors de ce suivi) ont pu être estimées. L'analyse de variance (PERMANOVA univariée) a été réalisée afin de tester les modalités de distribution spatiale sur deux échelles (celle des localités et celle des sites) des densités et des biomasses chez le corb et le mérou brun.

Les données spécifiques de taille des individus recensés dans les différentes localités sont mises en évidence dans des graphiques taille/fréquence pour mieux visualiser la répartition par taille.

3. Résultats

3.1 Programme de suivi 2015-2018

3.1.1 En ce qui concerne le corb *Sciaena umbra*

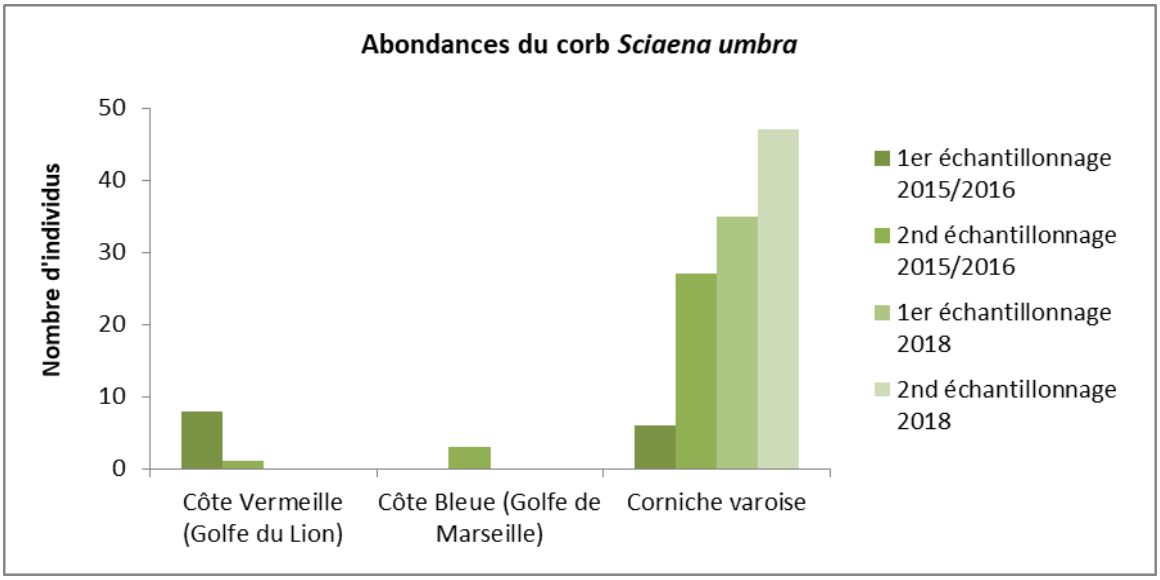

Figure 8 : Abondance des corbs observés lors des 4 campagnes d'échantillonnages entre 2015 et 2018 sur les 3 zones géographiques témoins (Côte Vermeille, Côte Bleue et Corniche varoise). Les valeurs zéro correspondent à des campagnes d'échantillonnages pour lesquelles aucun corb n'a été recensé.

Sur l'ensemble des campagnes d'échantillonnages, des corbs ont été observés au niveau des trois zones géographiques témoins. 75 % des corbs recensés sur l'ensemble des 3 zones géographiques témoins en 2015/2016 et l'intégralité en 2018, ont été observés au niveau de la Corniche varoise. Entre 2015/2016 et 2018, le nombre d'observations de corb de la Corniche varoise a nettement augmenté passant de 33 individus observés en 2015/2016 à 79 individus observés en 2018. Au cours des campagnes d'échantillonnages sur les 13 sites d'étude, l'absence de corb a été observée sur de nombreux sites (Annexe C).

Plus en détail, en cumulant les données de 2015/2016, 45 corbs ont été observés au total sur l'ensemble des sites échantillonnés à deux reprises au niveau des 3 zones géographiques témoins (Fig. 8). A noter que certains individus observés lors de la seconde campagne avaient déjà été observés lors de la première campagne. La plupart des corbs observés avaient des comportements fuyants et étaient isolés ou en petits groupes de 2 à 4 individus. Parmi les 45 corbs observés, 80 % avaient une taille comprise entre 15 cm et 35 cm de longueur totale (LT). 47 % d'entre eux mesuraient moins de 30 cm LT (taille moyenne de première reproduction pour une femelle ; Grau et al., 2009). 20 % des corbs observés lors de ce suivi dépassaient la taille minimale de capture (TMC) de 35 cm de long en vigueur avant le « moratoire corb » mis en place fin 2013 en Méditerranée française**.** Les tailles les plus fréquentes relevées en 2015-2016 étaient comprises entre 20 cm et 35 cm de longueur totale LT. Aucun corb inférieur à 15 cm LT n'a été observé.

En cumulant les données des deux campagnes de prospection réalisées en 2018 sur chacun des 13 sites, 79 observations de corb ont été enregistrées dont certaines correspondaient à des individus observés lors de la première et de la seconde campagne. Ces observations ont toutes été réalisées au niveau de la Côte varoise (Fig. 8) (Annexe C). 97 % d'entre eux avaient une taille comprise entre 15 cm et 35 cm LT. Au total, 50 % des individus observés avaient une taille inférieure à celle de première reproduction (30 cm LT en moyenne pour une femelle). Moins de 3 % des corbs dépassaient les 35 cm de long (qui correspondait à la TMC avant mise en place du « moratoire corb »). Les tailles les plus fréquentes relevées en 2018 étaient comprises entre 25 cm et 35 cm de longueur totale. En 2018, comme en 2016, aucun corb inférieur à 15 cm LT n'a été observé.

La distribution en taille des corbs (Fig. 9) présente une augmentation de la classe modale (c.à.d. la classe la plus fréquente) concernant la fréquence de taille des individus observés, qui passe de 30 cm en 2015/16 à 35 cm (LT) en 2018 (Kolmogorov-Smirnov test: D=0,46, p<0,01).

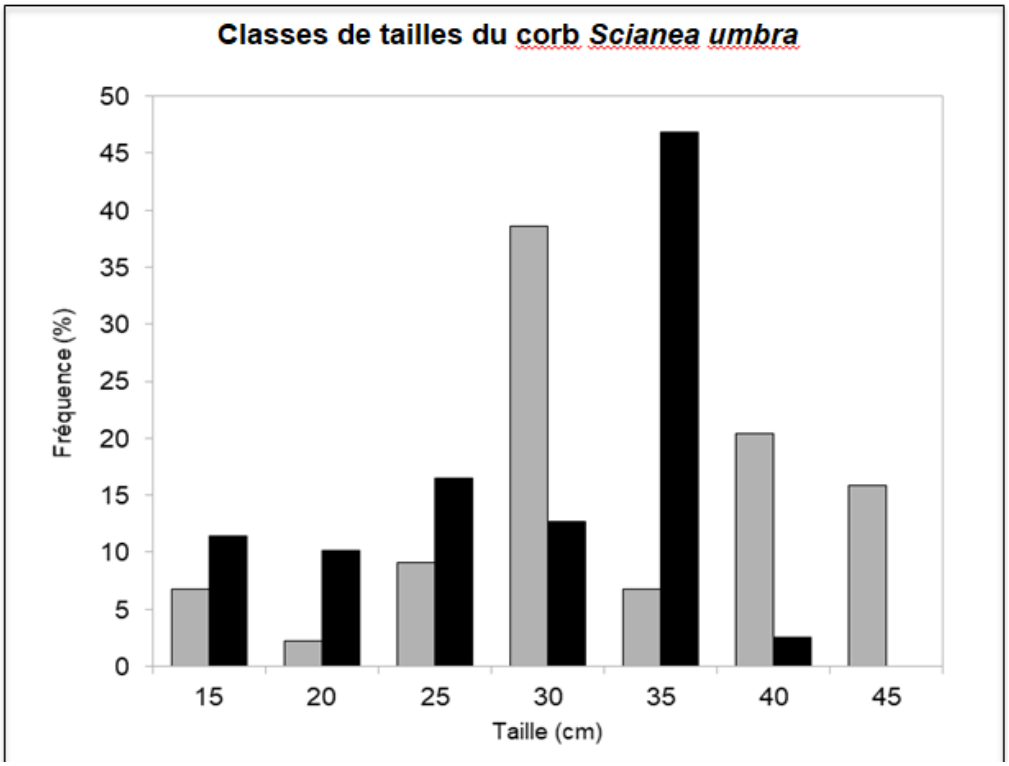

Figure 9 : Répartition des tailles (cm) de corb en 2015/2016 (gris) et en 2018 (noir) pour les trois zones géographiques étudiées.

3.1.2 En ce qui concerne le mérou brun *Epinephelus marginatus*

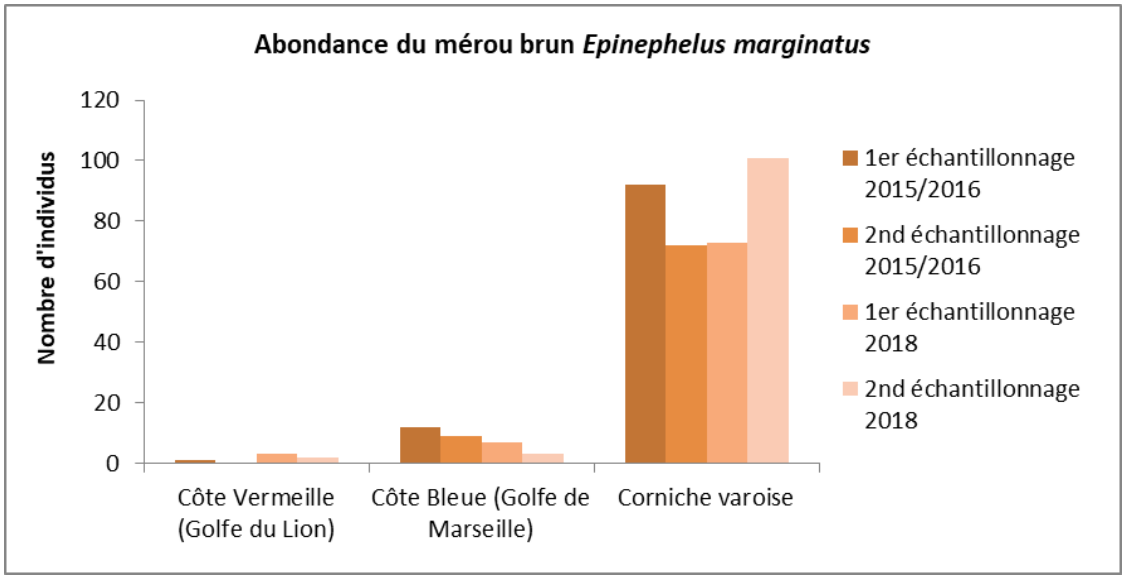

Figure 10 : Abondance des mérous bruns observés lors des 4 campagnes d'échantillonnage entre 2015 et 2018 sur les 3 zones géographiques témoins (Côte Vermeille, Côte Bleue et Corniche varoise). La valeur zéro correspond à une campagne d'échantillonnage pour laquelle aucun mérou n'a été recensé.

A l'exception du mérou brun, aucune autre espèce de mérou n'a été observée lors de ce suivi, malgré les importants efforts de prospections réalisés. Sur l'ensemble des campagnes d'échantillonnage, des mérous bruns ont été observés au niveau des 3 zones géographiques et à chaque campagne d'échantillonnage (excepté le 2nd échantillonnage de 2016 sur la Côte Vermeille). Au cours des campagnes d'échantillonnage sur les 13 sites prospectés, aucun mérou n'a été observé sur certains sites (Annexe C).

En cumulant les données de 2015-2016, un total de 187 observations de mérous bruns a été enregistré sur l'ensemble des 13 sites échantillonnés au niveau des 3 zones géographiques témoins (Fig. 10) dont certaines observations correspondaient à des individus observés lors de la première et de la seconde campagne. Parmi ces 187 mérous observés, près de 45 % étaient des individus immatures, avec une taille comprise entre 15 et 45 cm de longueur totale (LT). Plus de 90 % avaient une LT inférieure à 80 cm, ce qui correspond à la taille moyenne d'inversion sexuelle de femelle à mâle le plus souvent observée chez le mérou brun (Chauvet, 1988).

Les résultats cumulés en 2018 sont relativement similaires à ceux obtenus 2 années auparavant. Au total, 188 observations de mérous bruns ont été enregistrées au niveau des 3 zones géographiques dont certaines observations correspondaient à des individus observés lors de la première et de la seconde campagne. Le sex-ratio obtenu en 2018 est comparable à celui obtenu en 2016 (de l'ordre de 95 % de femelles pour seulement 5 % de mâles en considérant uniquement les individus matures). Les individus immatures (LT < 45 cm) représentaient 51 % de la totalité des observations. Concernant les individus inférieurs à 30 cm LT, ils représentaient seulement 12 % des individus observés.

L'analyse de la distribution des tailles de mérous bruns observés (Fig. 11) révèle une évolution significative de la classe modale (de 40 à 50 cm LT) entre 2015/2016 et 2018 (Kolmogorov-Smirnov test : D=0,1514, p=0,024). Par rapport à 2015/2016, en 2018 une augmentation de la fréquence des individus de classes intermédiaires (de 30 à 50 cm LT) a été observée.

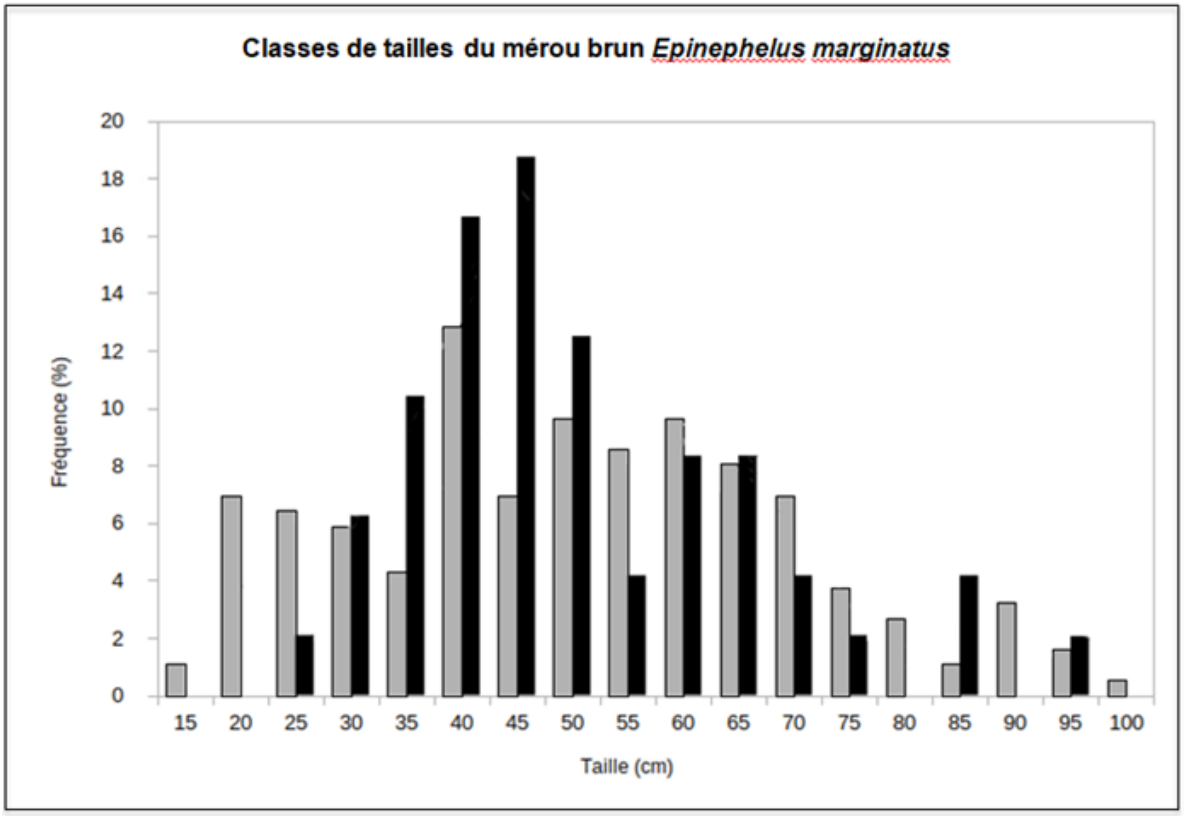

Figure 11 : Répartition de la taille (cm) des mérous bruns observés en 2015/2016 (gris) et en 2018 (noir) pour les trois zones géographiques témoins échantillonnées.

3.2 Revue bibliographique

Pour cette synthèse bibliographique, 17 articles scientifiques répondaient aux différents critères que nous avions fixés (voir détail des articles en Annexe A). Pour obtenir des données de densité ou de biomasse, la totalité des auteurs ont utilisé la méthode du recensement visuel le long de transects décrite, en grandes lignes, par Harmelin-Vivien et al. (1985). La seule différence concerne la longueur ou la largeur des transects utilisés. Dans 9 études sur 17, ce sont des transects de 25 m de longueur et de 5 m de largeur qui sont utilisés pour évaluer les biomasses et/ou les densités des populations de poissons côtiers en Méditerranée (Annexe A). Dans 2 études, des transects de 50 m x 5 m sont utilisés et dans 2 autres études ce sont des transects de 50 m x 10 m qui sont utilisés. Enfin, des transects de 50 m x 15 m, 35 m x 20 m ou 200 m x 5 m ont été utilisés respectivement dans une seule étude. Les dimensions des transects sont souvent adaptées en fonction de la visibilité, de la conformation topographique des sites étudiés, des espèces de poissons ciblées (pélagiques, benthiques, necto-benthiques ou bien cryptiques ; plutôt sédentaires ; agrégatives ; etc.), mais aussi en fonction des nécessités de représentativité et de réplication statistique.

Deux variables écologiques ont été extraites : la biomasse et la densité. Une méta-analyse a été réalisée à partir de ces deux variables pour estimer si les différents statuts de protection (« intégrale », « partielle » et « contrôle » non protégé) avaient un effet sur les populations de corb et de mérous.

Les résultats tendent à montrer que les populations de mérous répondent positivement à la protection, c'est-à-dire qu'une biomasse et/ou une densité supérieure sont observées lorsque la protection est intégrale ou partielle par rapport à des zones contrôles qui sont non protégées (Fig. 12, Fig. 13). Cela se traduit par un nombre moyen et une taille moyenne des individus plus importants dans les zones de protection (« intégrale » ou « partielle ») par rapport aux zones où la pêche est autorisée selon les réglementations régionales ou nationales en vigueur.

Concernant les populations de corb, les résultats révèlent une réponse positive à la protection intégrale en termes de biomasse (Fig. 12). Une tendance positive, mais non statistiquement significative, est à signaler quant à la réponse de la biomasse au statut de protection partielle (Fig. 12). L'effet de la protection partielle sur le nombre moyen des individus de corb n'a pu être testé faute de données de densité suffisantes (seulement 2 articles) (Fig. 13).

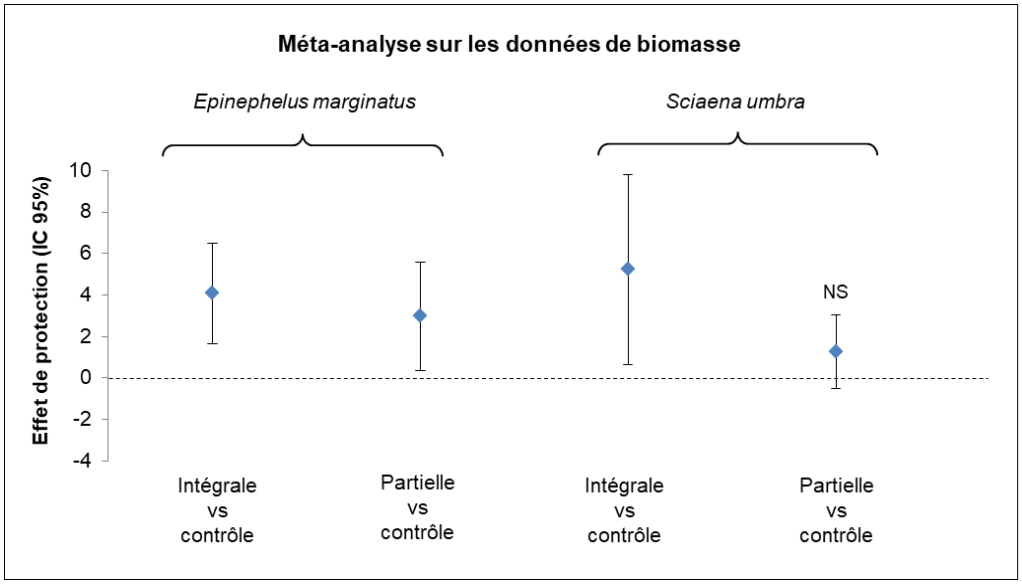

Figure 12 : Méta-analyse réalisée sur les données de biomasse de corb et de mérou brun issues de différentes zones de protection (« intégrale », « partielle » et « contrôle » non protégée). NS signale l'absence de différence significative pour le statut de protection testé.

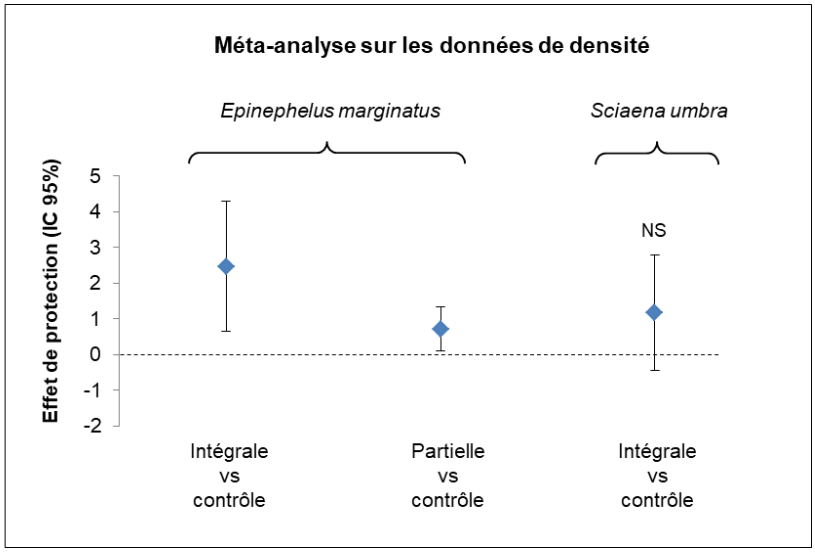

Figure 13 : Méta-analyse réalisée sur les données de densité de corb et de mérou brun issues de différentes zones de protection (« intégrale », « partielle » et « contrôle » non protégée). NS signale l'absence de différence significative pour le statut de protection testé.

3.3 Campagne de recensements visuels avec la technique des « transects »

L'échantillonnage sur 3 localités (sites pilotes) des Alpes-Maritimes a permis de montrer, avant tout, qu'il n'y a aucune variabilité significative en terme de modalité de distribution des densités et des biomasses de corb et de mérou brun observés, ni à l'échelle des localités ni à celle des sites (Annexe D, Tableaux 5, 6, 7 et 8).

L'analyse visuelle des graphiques montre que le corb présente une densité et des valeurs de biomasse plus élevées au Cap de Nice par rapport aux deux autres localités recensées (Fig. 14). Cependant, en raison probablement d'une grande variabilité entre réplicats à l'échelle des sites, les valeurs moyennes ne sont pas significativement différentes d'un point de vue formel (Annexe D, Tableaux 5 et 6).

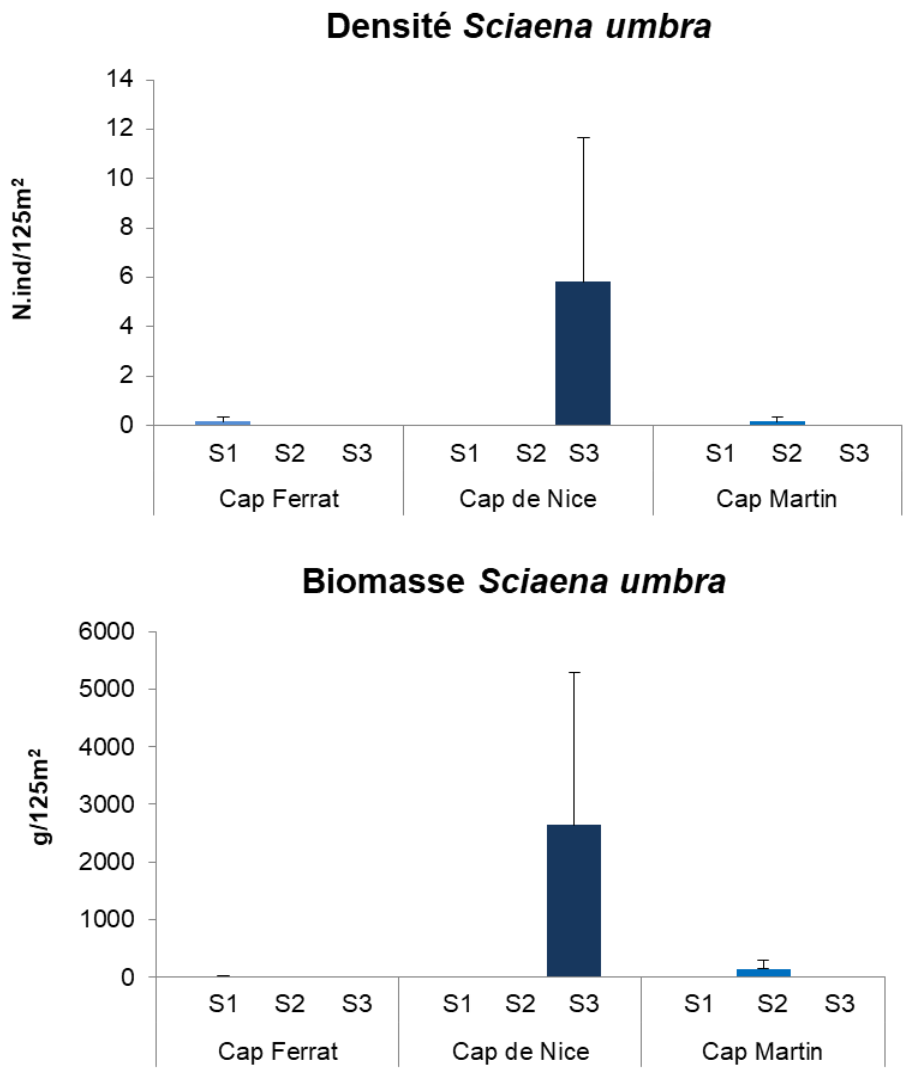

Figure 14 : Densité et biomasse (moyenne ± ES) du corb par site (S1, S2 et S3) dans les 3 localités étudiées (Cap Ferrat, Cap de Nice et Cap Martin).

La distribution par taille des corbs observés montre que dans aucune des 3 localités ne se trouve de gros spécimens (> 45 cm LT) (Fig. 15). Les individus les plus gros ont été observés au Cap de Nice et à Cap Martin.

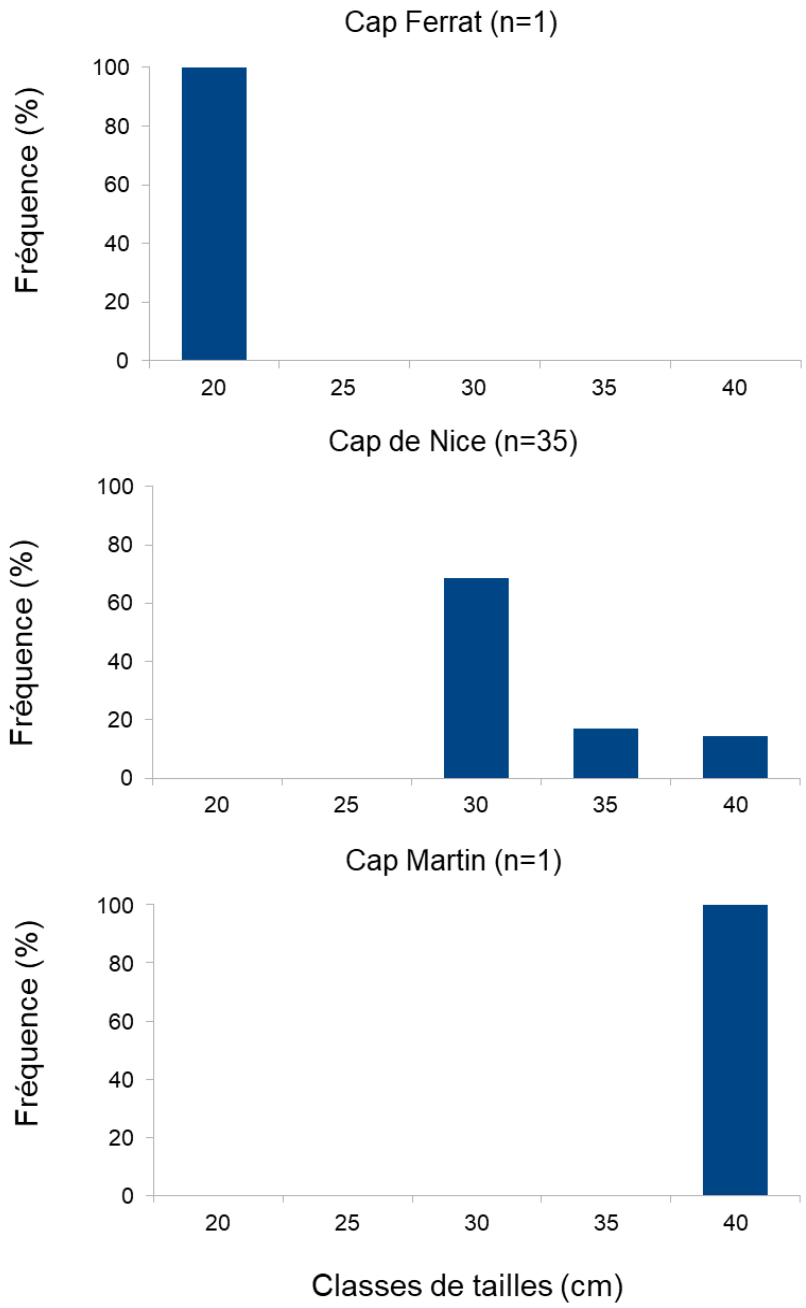

Figure 15 : Répartition par tailles des corbs observés dans les 3 localités étudiées (Cap Ferrat, Cap de Nice et Cap Martin), en cumulant les données récoltées dans les trois sites par localité. n représente les effectifs recensés.

Concernant le mérou brun, les graphiques montrent que les plus fortes densités moyennes ont été observées à Cap Ferrat puis au Cap de Nice (Fig. 16). Le résultat inverse est observé pour la biomasse avec des valeurs moyennes plus élevées au Cap de Nice (Fig. 16), ce qui implique que près de cette localité les mérous bruns sont en moyenne de plus grande taille. Aucun mérou brun n'a été recensé à Cap Martin. D'un point de vue formel, les différences de densité ainsi que celles de biomasse ne sont pas significatives entre les localités, probablement du fait d'une importante variabilité entre réplicats (Annexe D, Tableaux 7 et 8).

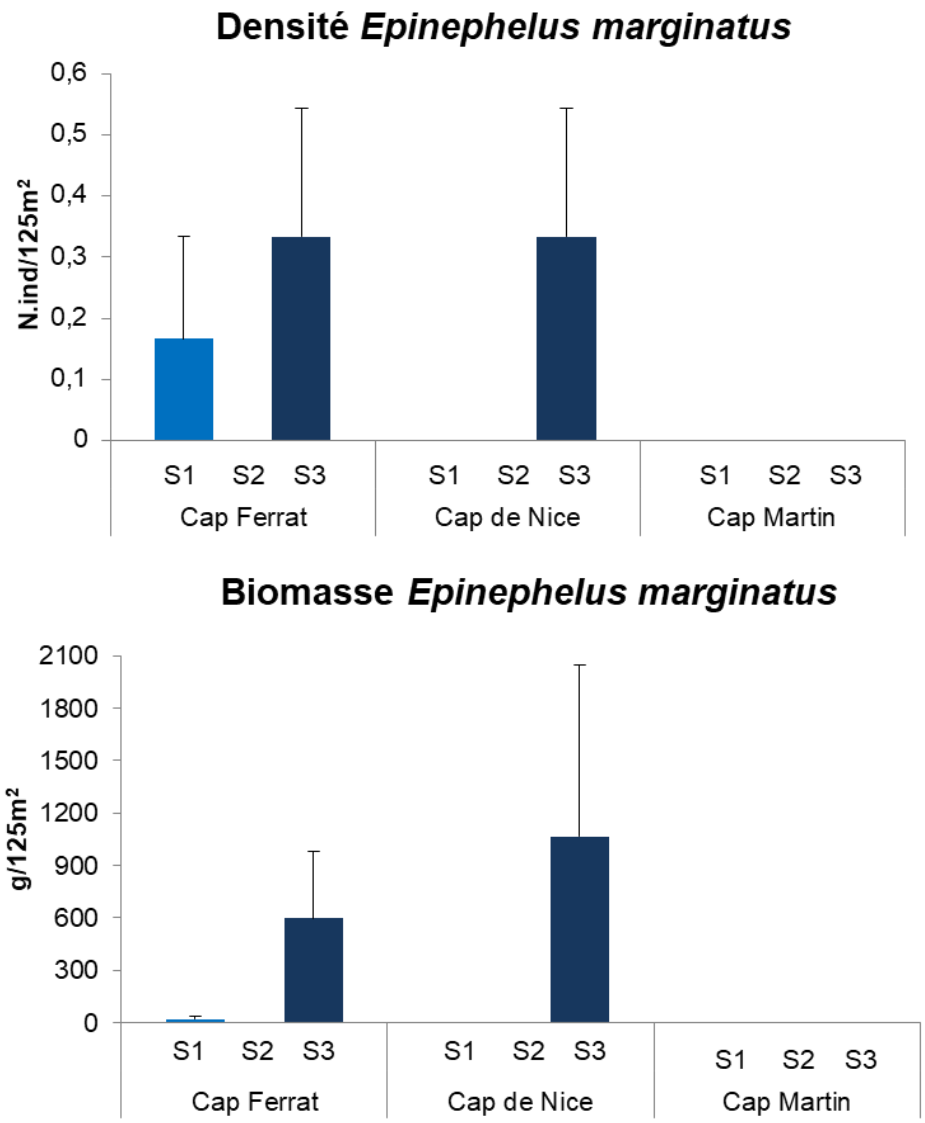

Figure 16 : Densité et biomasse de mérou brun par site (S1, S2 et S3) dans les 3 localités (Cap Ferrat, Cap de Nice et Cap Martin) (moyenne ± ES).

La répartition par taille du mérou brun (Fig. 17) montre la présence d'individus dont la LT est supérieure à 45 cm au Cap Ferrat et au Cap de Nice.

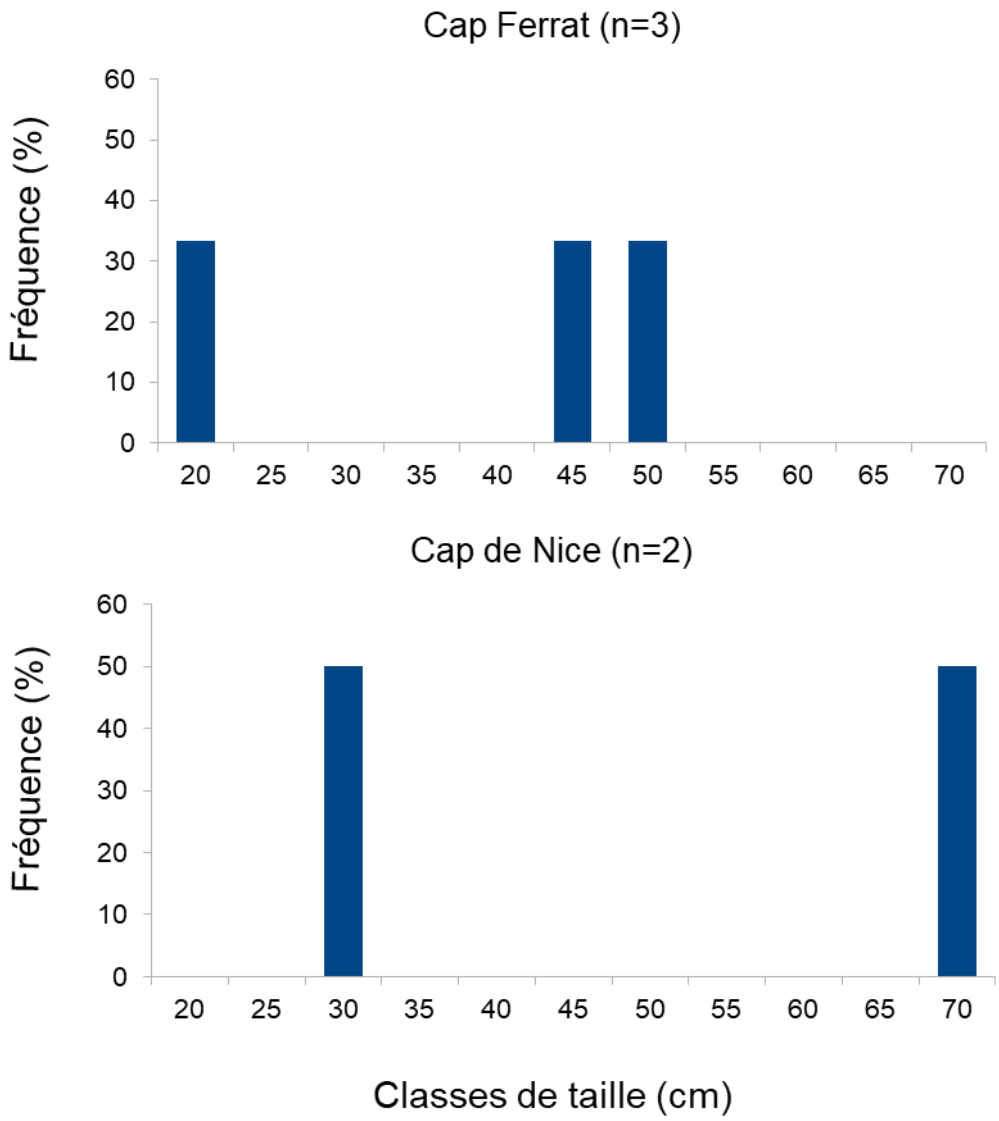

Figure 17 : Répartition par taille du mérou brun dans les 3 localités (Cap Ferrat, Cap de Nice et Cap Martin), en cumulant les données récoltées au niveau des trois sites échantillonnés pour chaque localité. n représente les effectifs.

4. Discussion générale et conclusion

En Méditerranée, une tendance générale a été observée, en particulier sur les populations de corb et de mérou brun, suite à la mise en place de réglementations sur le prélèvement de ces espèces, et au niveau d'aires marines protégées (AMP) où la pêche sous toutes ses formes est totalement interdite (en zones de non-prélèvement ou de protection intégrale) ou réglementée (en zones tampons ou de protection partielle, où la pêche sous-marine est généralement interdite) (Giakoumi et al., 2019 et références incluses). Après quelques années de protection et de gestion efficaces, les abondances de corb et de mérou brun de grand taille augmentent par rapport à celles qui peuvent être observées dans les zones où la pêche (professionnelle et/ou récréative) est autorisée, selon les réglementations locales ou nationales en vigueur (Francour, 1994 ; Di Franco et al., 2009 ; Sahyoun et al., 2013 ; Harmelin-Vivien et al., 2015 ; Giakoumi et al., 2019). De plus, dans les zones où toute forme de pêche est interdite, la structure de taille des populations de ces deux espèces se rééquilibre. Ceci contribue à l'établissement de populations durables, composées de juvéniles, de sub-adultes, mais aussi d'adultes de grande taille qui correspondent, pour ces derniers, aux reproducteurs les plus efficaces (Hackradt et al., 2014 ; Di Franco et al. 2009).

4.1 Le cas du corb *Sciaena umbra*

Dans le Nord-Ouest de la Méditerranée, le corb (*Sciaena umbra*) est considéré comme une espèce emblématique fortement ciblée par certains types de pêche, et en particulier par la chasse sous-marine (Rocklin et al., 2011). Souvent fuyants, isolés ou en petits groupes de 2 à 5 individus, les corbs observés lors du suivi 2015-2018 étaient pour un grand nombre d'entre eux de taille inférieure à celle de première reproduction. Au niveau des sites prospectés, le déficit en individus de grande taille est d'autant plus problématique que ce sont ces individus qui possèdent les meilleures capacités de reproduction.

Des recensements récents dans le Nord-Ouest de la Méditerranée (AMP des îles Mèdes en Espagne ; Parc national de Port-Cros et Réserves naturelles de Scandola et des Bouches de Bonifacio en France ; AMP de Tavolara en Italie) ont montré que la taille de cette espèce augmente dans les zones de réserve intégrale, où les activités de pêche professionnelle et récréative sont interdites (Harmelin et Ruitton, 2007 ; Di Franco et al., 2009 ; Rocklin et al., 2011 ; García-Rubies et al., 2013 ; Harmelin-Vivien et al., 2015).

Dans le cadre de ce programme de suivi hors zones de protection renforcées, les données recueillies au niveau des trois zones géographiques témoins montrent une tendance à l'augmentation de l'abondance et de la taille du corb entre 2015/2016 et 2018 au niveau de la seule Corniche varoise. La classe modale (c.à.d. la classe la plus fréquente), qui concerne la fréquence de taille des individus de corb observés, est passée de 30 cm (LT) en 2015/2016 à 35 cm (LT) en 2018. La réglementation des prélèvements de corb pour 5 années n'est entrée en vigueur qu'à partir de fin décembre 2013. Fin 2018, et même si les seuls résultats encourageants ont été recueillis au niveau de la Corniche varoise, il était donc positif d'observer un début de réponse (augmentation d'effectifs et de taille moyenne des individus observés) qui pourrait correspondre aux premiers bénéfices engendrés par la diminution de pression de prélèvements ciblés sur cette ressource. Il est par contre

important de s'interroger sur les raisons pour lesquelles ces réponses positives n'ont pas été observées au niveau des deux autres zones géographiques continentales témoins échantillonnées.

4.2 Le cas du mérou brun *Epinephelus marginatus*

En Méditerranée, plusieurs études réalisées dans des aires marines protégées ont montré que le mérou brun réagissait plus ou moins rapidement et significativement à l'interdiction ou à la limitation de ses prélèvements (e.g. Hackradt et al., 2014 ; Di Franco et al., 2009 ; Guidetti et al., 2019). En France, c'est notamment le cas au niveau des réserves naturelles de Cerbère-Banyuls (Lenfant et al., 2003) et de Scandola (Harmelin et al., 2015).

En Méditerranée française, les mises en place de réglementations successives (« moratoires ») qui interdisent la pêche sous-marine et interdisent ou réglementent la pêche à l'hameçon, même hors AMP, datent de 1980 en Corse et de 1993 au niveau des côtes continentales. Depuis ces dates, une augmentation progressive significative des effectifs de mérou brun a été observée le long du littoral méditerranéen français, même hors des AMP (Ganteaume & Francour, 2007).

Dans cette étude, en ce qui concerne la distribution de tailles du mérou brun entre 2015/2016 et 2018, nous avons observé une évolution significative de la classe modale de 40 à 50 cm (LT). Entre 2015/2016 et 2018, une augmentation de la fréquence des individus de classes intermédiaires de 30 à 50 cm (LT) a également été observée.

Toutefois, conformément à ce qui a été rapporté dans les AMP où presque toutes les classes de taille de poissons sont représentées (des juvéniles jusqu'aux adultes matures) (e.g Di Franco et al., 2009 ; Hackradt et al., 2014), nous avons observé la présence d'individus immatures (juvéniles et subadultes de longueur totale < 40 cm) et matures (longueur totale > 60 cm). Ceci représente un point important et encourageant pour l'établissement de populations équilibrées de cette espèce.

La présence d'individus de grande taille dans les AMP où la pêche est interdite ou limitée/réglementée est liée à l'arrêt ou à la diminution des prélèvements. Ce constat est aussi de plus en plus souvent établi par les plongeurs loisirs, que les mérous bruns identifient de moins en moins comme un danger (Di Franco et al., 2009).

Des études ont montré que dans de nombreuses AMP, lorsque les efforts consacrés à la protection ne sont pas suffisants, et que les moyens de surveillance ne sont pas suffisamment adaptés, les AMP rencontrent des difficultés à atteindre les objectifs écologiques attendus (Guidetti et al., 2008). Les résultats de cette étude réalisée sur 13 sites étudiés hors zones de protection renforcées révèlent une relative faible abondance du mérou brun malgré près de 25 ans de « moratoire mérou » au niveau des eaux méditerranéennes françaises continentales.

4.3 Perspectives de suivis à long terme de l'effet des « moratoires corb et mérous »

Dans les prochaines années, afin de continuer à régulièrement évaluer l'effet des « moratoires » réglementant la pêche du corb et des mérous encore plus finement, nous recommandons : 1) de récolter également des données dans des zones de protection intégrale et des zones de protection partielle ; 2) d'utiliser une approche standardisée, en terme de méthode de récolte des données et de plan d'échantillonnage, utilisée et reconnue au niveau international.

Le suivi corb et « mérous » 2015-2018 a permis d'obtenir une idée générale de l'état des populations de ces espèces au cours des deux périodes de prospection. En 2019, un test d'échantillonnage a été conduit en utilisant des transects (surfaces de prospection calibrées) réalisés au niveau de sites pilotes, sur 3 zones témoins des Alpes-Maritimes. Le recueil de données de présence, d'abondance et de taille de corb et de mérous au niveau de ces transects permet d'estimer avec plus de précision la biomasse moyenne de ces espèces au niveau des surfaces prospectées. Ces données de biomasse sont d'autant plus importantes que la biomasse représente une des variables les plus utiles pour évaluer l'effet des mesures de conservation de ces espèces (Scianna et al., 2019).

Cette technique des transects est la plus utilisée au niveau international et en Méditerranée (cf. l'analyse de la littérature scientifique présentée auparavant). En adoptant un plan d'échantillonnage formel, elle permet d'obtenir des résultats qui contribuent à évaluer plus finement l'effet de certaines réglementations sur différentes espèces de poissons (Underwood, 1997 ; Guidetti, 2002).

L'adoption et l'usage de ce type de technique standardisée au niveau international et d'un plan d'échantillonnage formel impliquent de multiples avantages. Le premier d'entre eux est la possibilité d'estimer plus finement la biomasse de poissons. Ceci est très important, car une augmentation de la densité sans augmentation de la biomasse peut signifier que le nombre de poissons augmente mais que leur taille diminue. Cette situation peut être le signe d'un phénomène de surpêche des plus gros poissons et donc d'une réduction du potentiel de reproduction de la population.

Le recensement visuel des peuplements de poissons par la technique des transects répond également à une nécessité d'obtenir des informations robustes quant à la distribution spatio-temporelle des populations de corb et de mérous. Cette technique, accompagnée d'un plan d'échantillonnage formel, expérimentée en 2019 au niveau de 3 zones (sites pilotes) des Alpes-Maritimes, a permis d'évaluer la faisabilité d'une telle approche. Il ne faut pas oublier que, dans cette étude, l'adoption d'une telle approche et les résultats du suivi « type » ne sont que des exemples et que dans l'avenir il sera bien sûr souhaitable et même nécessaire d'augmenter/adapter le nombre de réplicats et la réplication spatio-temporelle aux questions précises qui pourront se poser.

Il est important de souligner que c'est seulement en utilisant cette approche standardisée et reconnue à l'échelle internationale, que les données obtenues peuvent être comparées à celles recueillies ailleurs, au niveau d'AMP (avec zones à protection intégrale ou partielle) ou hors AMP.

5 Conclusions générales

L'objectif de ce programme de suivi « corb et mérous 2015-2018 » était d'étudier l'état des populations de corb et de mérous hors zones de protection renforcées, puis de suivre leur évolution entre 2015 et 2018. Un effort d'échantillonnage en plongée conséquent de plus de 156 heures au total a été consacré à ce programme et plus de 49 hectares de fonds marins ont ainsi été prospectés. Les arrêtés du 23 décembre 2013 interdisant la pêche ciblée du corb pour une période de 5 ans avaient pour objectif de contribuer à une gestion durable des *stocks* de cette espèce au niveau des côtes méditerranéennes françaises. Les données d'échantillonnage recueillies de 2015 à 2018 (avec des résultats très hétérogènes entre les sites prospectés au niveau des trois zones géographiques témoins étudiées) allaient dans le sens d'une recommandation de renouvellement des réglementations à leur échéance (comme cela a été le cas en décembre 2018).

En dehors du mérou brun *Epinephelus marginatus*, aucune autre espèce de mérou n'a été observée au cours de ce programme, malgré les importants efforts d'échantillonnage réalisés. De façon générale, les observations d'autres espèces de « mérous » que le mérou brun sont très rares en Méditerranée française, et encore plus rares au niveau des côtes continentales que des côtes corses. Ces constats soulignent l'importance de l'extension du « moratoire » auparavant en vigueur pour le seul mérou brun aux quatre autres espèces de « mérous » actuellement réglementées (pour 10 années) sur les côtes méditerranéennes françaises depuis la fin 2013.

Globalement nous pouvons conclure que les résultats issus de la synthèse bibliographique et du suivi « 2015-2018 » confirment que : 1) les populations de mérou brun bénéficient progressivement de la mise en place des moratoires successifs au niveau de certaines zones du littoral méditerranéen français ; 2) au niveau de la Corniche varoise, on observe des signes de récupération du corb. Toutefois, le non-respect de ces réglementations par des braconniers et l'absence de moyens de surveillance adaptés, pourraient expliquer la raison pour laquelle nous n'avons pas observé d'effet significatif de ces moratoires pour le corb et le mérou brun, en dehors de la Corniche varoise. Lors des prochains suivis de ces moratoires, il serait également intéressant d'obtenir des données de surveillance et d'infraction des autorités en mer, pour mieux comprendre si des perturbations telles que la pêche illégale peuvent diminuer ou annuler l'effet positif de ces moratoires au niveau de certaines zones.

Références bibliographiques

Botsford, L.W., Castilla, J.C. & Peterson, C.H. (1997) The management of fisheries and marine ecosystems. Science 277: 509–15.

Caldwell, Z.R., Zgliczynski, B.J., Williams, G.J. & Sandin, S.A. (2016) Reef fish survey techniques: assessing the potential for standardizing methodologies. PLoS One, 11(4), e0153066.

Chao, L. (2015) *Sciaena umbra*. The IUCN Red List of Threatened Species 2015: e.T198707A83232286 http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2015-4.RLTS.T198707A83232286.en

Chauvet, C. (1988) Etude de la croissance du mérou *Epinephelus guaza* (Linné, 1758) des côtes tunisiennes. Aquatic Living Resources, 1 (4) : 277-288

Chauvet, C (1991) Le corb ou brown meagre (*Sciaena umbra* - Linnaeus, 1758) quelques éléments de sa biologie. In: C.F. Boudouresque, M. Avon and V. Gravez (eds.), Les Espèces Marines à Protéger en Méditerranée, pp. 229-235. GIS Posidonie Publ., France.

Condini, M.V., García-Charton, J.A., and Garcia, A.M. (2017) A review of the biology, ecology, behavior and conservation status of the dusky grouper, *Epinephelus marginatus* (Lowe 1834). Reviews in Fish Biology and Fisheries, 1–30.

Di Franco, A., Bussotti, S., Navone, A., Panzalis, P. & Guidetti, P. (2009) Evaluating effects of total and partial restrictions to fishing on Mediterranean rocky-reef fish assemblages. Marine Ecology Progress Series, 387: 275-285.

Done, T.J. (1992) Phase shifts in coral reef communities and their ecological significance. Hydrobiologia, 247(1-3), 121-132.

FAO (2018) The State of World Fisheries and Aquaculture 2018 - Meeting the sustainable development goals. Rome Available at: www.fao.org/state-of-fisheries-aquaculture

Francour, P. (1994) Pluriannual analysis of the reserve effect on ichthyofauna in the Scandola natural reserve (Corsica, Northwestern Mediterranean). Oceanologica Acta,17: 309±317.

Froese, R. & D. Pauly (2016) FishBase. www.fishbase.org

Ganteaume, A. & Francour, P. (2007) Evolution of the Dusky Grouper population (*Epinephelus marginatus*) between 1997 and 2005 in a non-protected area (Gulf of La Ciotat, France, NW Mediterranean). In: 2nd International Symposium on Mediterranean Groupers. Francour P., Gratiot J. (eds), Nice University publ., Nice, France: 79-81.

García-Charton, J. A., Pérez-Ruzafa, A., Sánchez-Jerez, P., Bayle-Sempere, J. T., Reñones, O. & Moreno, D. (2004) Multi-scale spatial heterogeneity, habitat structure, and the effect of marine reserves on Western Mediterranean rocky reef fish assemblages. Marine Biology, 144(1), 161-182.

García-Charton, J. A., Herrero, A., Esparza-Alaminos, O., Espejo, C., Pérez-Ruzafa, A., & Marcos, C. (2005). Estudios de seguimiento de la reserva marina de Cabo de Palos-Islas Hormigas. Universidad de Murcia y Consejería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia.

García-Charton, J. A., Pérez-Ruzafa, A., Marcos, C., Claudet, J., Badalamenti, F., Benedetti-Cecchi, L., ... & Vandeperre, F. (2008). Effectiveness of European Atlanto-Mediterranean MPAs: do they accomplish the expected effects on populations, communities and ecosystems?. Journal for Nature Conservation, 16(4), 193-221.

García-Rubies, A., Hereu, B., & Zabala, M. (2013). Long-term recovery patterns and limited spillover of large predatory fish in a Mediterranean MPA. PLoS One, 8(9).

Giakoumi, S., Pey, A., Di Franco, A., Francour, P., Kizilkaya, Z., Arda, Y., Raybaud, V. & Guidetti, P. (2019) Exploring the relationships between marine protected areas and invasive fish in the world's most invaded sea. Ecological Applications, 29(1), e01809.

Grau, A., Linde, M. & Grau, A. M. (2009) Reproductive biology of the vulnerable species *Sciaena umbra*

Linnaeus, 1758 (Pisces: *Sciaenidae*). Scientia Marina, 73(1), 67-81.

Guidetti P. (2002) Mediterranean MPAs: the importance of experimental design in detecting the effects of protection measures on fish. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems, 12: 619-634.

Guidetti P. (2006) Marine reserves re-establish lost predatory interactions and cause community-wide changes in rockyreefs. Ecological Application, 16:963–976.

Guidetti, P., Milazzo, M., Bussotti, S., Molinari, A., Murenu, M., Pais, A., et al. (2008) Italian marine reserve effectiveness: Does enforcement matter?. Biological Conservation, 141(3), 699-709.

Guidetti, P., Baiata, P., Ballesteros, E., Di Franco, A., Hereu, B., Macpherson, E., Micheli, F., Pais, A., Panzalis, P., Rosenberg A.A. & Zabala, M. (2014) Large-scale assessment of Mediterranean marine protected areas effects on fish assemblages. PLoS One, 9(4), e91841.

Guidetti, P., Addis, P., Atzori, F., Bussotti, S., Calò, A., Cau, A., et al. (2019) Assessing the potential of marine Natura 2000 sites to produce ecosystem-wide effects in rocky reefs: A case study from Sardinia Island (Italy). Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems, 29(4), 537-545.

Hackradt, C.W., García-Charton, J.A., Harmelin-Vivien, M., Perez-Ruzafa, A., Le Direach, L., Bayle-Sempere, J., Charbonnel, E., Ody, O., Reñones, O., Sanchez-Jerez, P. & Valle, C. (2014) Response of rocky reef top predators (Serranidae: *Epinephelinae*) in and around marine protected areas in the Western Mediterranean Sea. PLoS One, 9(6), e98206.

Harmelin, J.G (1991) Statut du corb (*Sciaena umbra*) en Méditerranée. In: C.F. Boudouresque, M. Avon and V. Gravez (eds.), Les Espèces Marines à Protéger en Méditerranée, pp. 219-227. GIS Posidonie Publ., France.

Harmelin, J.G. & Harmelin-Vivien (1999) A review on habitat, diet and growth of the dusky grouper *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834). Marine Life review, 9(2): 11-20

Harmelin J.G. & Ruitton S. (2007) La population de corb (*Sciaena umbra* : Pisces) du parc national de Port-Cros (France), état en 2005 et évolution depuis 1990 : un indicateur halieutique et biogéographique pertinent. Scientific Report of Port-Cros national Park, Fr. 22 : 49-65.

Harmelin-Vivien M., Harmelin J.-G., Chauvet C., Duval C., Galzin R., Lejeune P., Barnabe G., Blanc F., Chevalier R., Duclerc J. & Lasserre G.(1985) Évaluation visuelle des peuplements et populations de poissons : problèmes et méthodes. La Revue d'Écologie (La Terre et La Vie), Fr. 40 : 467-539.

Harmelin-Vivien, M., Cottalorda, J.M., Dominici, J.-M., Harmelin, J.-G., Le Diréach, L. & Ruitton, S (2015) Effects of reserve protection level on the vulnerable fish species *Sciaena umbra* and implications for fishing management and policy. Global Ecology and Conservation, 3, 279-287.

Hedges, L.V., Gurevitch, J. & Curtis, P.S. (1999) The meta-analysis of response ratios in experimental ecology. Ecology 80, 1150-1156.

IUCN (2019) IUCN Red List of Threatened Species: Version 2019.3. URL: http://www.iucnredlist.org

Jennings, S. & Kaiser, M.J. (1998) The effects of fishing on marine ecosystems. In Advances in marine biology (Vol. 34, pp. 201-352). Academic Press.

Lamine, E. B., Di Franco, A., Romdhane, M. S., & Francour, P. (2018) Can citizen science contribute to fish assemblages monitoring in understudied areas? The case study of Tunisian marine protected areas. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 200, 420-427.

Lembo G., Fleming IA., Okland F., Carbonara P. & Spedicato MT. (1999) Site fidelity of the dusky grouper *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834) studied by acoustic telemetry. Marine Life review, 9(2): 37-43

Lenfant, P., Louisy, P. & Licari. M.L. (2003) Recensement des mérous bruns (*Epinephelus marginatus*) de la réserve naturelle de Cerbère-Banyuls (France, Méditerranée Nord Occidentale). Cybium, 27 (1) : 27-36.

Lloret, J., Zaragoza, N., Caballero, D., Font, T., Casadevall, M. & Riera, V. (2008) Spearfishing pressure on fish communities in rocky coastal habitats in a Mediterranean marine protected area. Fisheries Research, 94(1), 84-91.

Macpherson, E., Gordoa, A., & Garcıa-Rubies, A. (2002) Biomass size spectra in littoral fishes in protected and unprotected areas in the NW Mediterranean. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 55(5), 777-788.

Paine, R. T. (1980) Food webs, linkage, interaction strength, and community infrastructure. Journal of Animal Ecology 49: 667–685.

Pinnegar, J. K., Polunin, N. V. C., Francour, P., Badalamenti, F., Chemello, R., Harmelin-Vivien, M. L., Hereu, B., Milazzo, M., Zabala, M.,D'ANNA, G. & Pipitone, C. (2000) Trophic cascades in benthic marine ecosystems: lessons for fisheries and protected-area management. Environmental Conservation, 27(2), 179-200.

Pollard, D.A., Afonso, P., Bertoncini, A.A., Fennessy, S., Francour, P. & Barreiros, J. (2018) *Epinephelus marginatus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2018: e.T7859A100467602 http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2018-2.RLTS.T7859A100467602.en

Prato, G., Thiriet, P., Di Franco, A. & Francour, P. (2017) Enhancing fish Underwater Visual Census to move forward assessment of fish assemblages: An application in three Mediterranean Marine Protected Areas. PLoS One, 12(6).

Reñones, O., Moranta, J., Coll, J., & Morales-Nin, B. (1997) Rocky bottom fish communities of Cabrera Archipelago national park (Mallorca, western Mediterranean).

Rocklin, D., Tomasini, J. A., Culioli, J. M., Pelletier, D., & Mouillot, D. (2011). Spearfishing regulation benefits artisanal fisheries: the ReGS indicator and its application to a multiple-use Mediterranean marine protected area. PLoS One, 6(9).

Sahyoun, R., Bussotti, S., Di Franco, A., Navone, A., Panzalis, P., & Guidetti, P. (2013). Protection effects on Mediterranean fish assemblages associated with different rocky habitats. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 93(2), 425-435.

Sala, E., Boudouresque, C. F. & Harmelin-Vivien, M. (1998). Fishing, trophic cascades, and the structure of algal assemblages: evaluation of an old but untested paradigm. Oikos, 425-439.

Scianna C., Niccolini F., Giakoumi., Di Franco A., Gaines S.D., Bianchi C.N., Scaccia L., Bava S., Cappanera V., Charbonnel E., Culioli J.M., Di Carlo G., De Franco F., Dimitriadis C., Panzalis P.A., Santoro P. & Guidetti P. (2019) Organization Science improves management effectiveness of Marine Protected Areas. Journal of Environmental Management, 240: 285-292.

Thanopoulou, Z., Sini, M., Vatikiotis, K., Katsoupis, C., Dimitrakopoulos, P. G. & Katsanevakis, S. (2018) How many fish? Comparison of two underwater visual sampling methods for monitoring fish communities. PeerJ, 6, e5066.

Underwood, A.J. (1997) Experiments in Ecology: Their Logical Design and Interpretations Using Analysis of Variance. Cambridge; University Press: Cambridge; 504 pp.

Worm, B., Barbier, E.B., Beaumont, N., Duffy, J.E., Folke, C., Halpern, B.S., Jackson, J.B.C, Lotze, H.K., Micheli, F., Palumbi, S.R., Sala, E. Selkoe, K.A., Stachowicz, J.J, Watson, R (2006) Impacts of biodiversity loss on ocean ecosystem services. Science, 314, 787–790.

Annexe A : Détails des données bibliographiques sélectionnées

Tableau 2 : Détails des données issues des 17 articles scientifiques internationaux contenant des données de variables écologiques dans des zones possédant un statut de protection particulier. En surligné, les 7 articles présentant des données sur les variables écologiques (biomasse et/ou densité) utilisés pour l'analyse.

Publications scientifiques	**Localisations**	**Espèces / habitats**	**Statuts de protection**	**Biomasse (g/ 125 m^2 ± ES)**	**Densité (ind./ 125 m^2 ± ES)**	**Méthodes d'échantillonnage**	**Notes**
Hackradt et al. 2014	Banyuls, France	*E. marginatus*	Intégrale	7475 ± 3705	0,663 ± 0,32	UVC (25 m x 5 m)	Distributions des fréquences par groupe de taille de mérou disponibles
			Partielle	0	0		
			Non protégé	0	0		
	Iles Medes, Espagne		Intégrale	7934 ± 1410	0,934 ± 0,148		
			Partielle	0	0		
			Non protégé	0	0		
	Cabrera, Espagne		Intégrale	2557 ± 656	2,459 ± 0,221		
			Partielle	6459 ± 1049	2,795 ± 0,221		
			Non protégé	131 ± 33	0,443 ± 0,09		
	Tabarca, Espagne	*Habitat rocheux*	Intégrale	3311 ± 918	1,057 ± 0,303		
			Partielle	787 ± 164	0,664 ± 0,098		
			Non protégé	65,6 ± 98,4	0,033 ± 0,016		
	Tabarca, Espagne	*Posidonie*	Intégrale	4951 ± 3180	0,328 ± 0,172		
			Partielle	295 ± 262	0,148 ± 0,08		

			Non protégé	0	0		
	Cabo de Palos, Espagne		Intégrale	10524 ± 3279	1,95 ± 0,5		
			Partielle	10852 ± 259	2 ± 0,492		
			Non protégé	3,2 ± 9,5	0,041 ± 0,008		
García-Rubies et al. 2013	Iles Medes, Espagne	*E. marginatus*	Intégrale (Réserve marine)	36,9 (g/m^2)	NA	UVC (50 m x 10 m)	Moyenne sur l'année
			Partielle (Réserve marine)	6,32 (g/m^2)	NA		
			Non protégé	6,23 (g/m^2)	NA		
		S. umbra	Intégrale (Réserve marine)	3,96 (g/m^2)	NA		
			Partielle (Réserve marine)	0,806 (g/m^2)	NA		
			Non protégé	0,4001 (g/m^2)	NA		
Di Franco et al. 2009	Sardaigne, Italie	*E. marginatus*	Intégrale	NA	2,53 ± 0,51	UVC (25 m x 5 m)	Données de septembre à octobre (période de temps supplémentaires disponibles)
			Partielle (pêche professionnelle autorisée)	NA	0,58 ± 0,1		
			Partielle (pêche loisir autorisée, mais chasse sous-marine interdite)	NA	0,3 ± 0,08		
			Non protégé	NA	0,46 ± 0,107		
		S. umbra	Intégrale	NA	2,48 ± 0,56	UVC (25 m x 5 m)	
			Partielle (AMP, pêche professionnelle autorisée)	NA	2,12 ± 0,645		
			Partielle (AMP, pêche loisir et chasse interdites)	NA	0,59 ± 0,108		
			Non protégé	NA	0,883 ± 0,290		

Harmelin-Vivien et al. 2015	Scandola, Corse, France	*S. umbra*	Intégrale	2409,3 ± 7707,1 (g/750 m^2)	2,57 ± 7,38 (ind./750 m^2)	UVC (50 m x 15 m)	
			Partielle	769,0 ± 2543,5 (g/750 m^2)	1,16 ± 3,94 (ind./750 m^2)		
			Non protégé	82,7 ± 659,8 (g/750 m^2)	0,15 ± 1,26 (ind./750 m^2)		
Giakoumi et al. 2019	Plusieurs AMP	*E. marginatus*				UVC (25 m x 5 m)	Données non disponibles
Guidetti et al. 2014		*E. marginatus + S. umbra*				UVC (25 m x 5 m)	Données non disponibles
Guidetti et al. 2019	Sardaigne, Italie	*E. marginatus*	Intégrale	1306,4 ± 544,6		UVC (25 m x 5 m)	
			Natura 2000	102,55 ± 40,127			
			Non protégé	22,293 ± 11,465			
		S. umbra	Intégrale	48,427 ± 37,23		UVC (25 m x 5 m)	
			Natura 2000	10,943 ± 7,3			
			Non protégé	1,38 ± 0,755			
Lamine et al. 2018		*E. marginatus*				FAST et UVC de largeur variable	Données non disponibles
Sahyoun et al. 2013	Sardaigne, Italie	*E. marginatus*	Intégrale (roche surface)	723,107 ± 594,3 (2007); 422,6 ± 169,8 (2008)	0,371 ± 0,277 (2007) ; 0 (2008)	UVC (25 m x 5 m)	Distributions des fréquences par groupe de taille de mérou disponibles
			Intégrale (roche profonde)	2075,1 ± 1273,6 (2007); 3642,4 ± 1358,5 (2008)	0,925 ± 0,327 (2007) ; 0 (2008)		
			Intégrale (côte rocheuse)	8691,13 ± 3905,7 (2007); 12550,85 ± 5009,4 (2008)	1,88 ± 0,428 (2007); 3,516 ± 1,28		
			Non protégé (roche surface	0 (2007) ; 0 (2008)	0 (2007) ; 0 (2008)		
			Non protégé (roche profonde)	0 (2007) ; 226,5 ± 339,6 (2008)	0 (2007) ; 0 (2008)		

			Non protégé (côte rocheuse)	350,8 ± 339,75 (2007) ; 0 (2008)	0,623 ± 0,522 (2007) ; 0,119 ± 0,101		
Sala et al. 2012	Plusieurs AMP	*E. marginatus*				UVC (25 m x 5 m)	Données non disponibles
Prato et al. 2017	Cabo de Palos ; Scandola ; Tavolara	*E. marginatus + S. umbra*		Voir notes	Voir notes	UVC (35 m x 20 m) + UVC (25 m x 5 m)	
Thanopoulou et al. 2018	Grèce	*S. umbra*	Partielle (restriction de pêche)		1,6 (ind./ha) line; 0 strip	Distance d'échantillonnage (75 m; transects); parcelle (75 x 5 m; strip transects)	
		E. marginatus			4,8 (ind./ha) line; 4,3 (ind./ha) strip		
Guidetti et al. 2007	Sardaigne, Italie	*S. umbra*	Formation de coralligène		8,7 ± 2,7	UVC (25 m x 5 m)	
		E. marginatus			6,4 ± 0,9		
García-Charton et al. 2004	Cabo Gata, Espagne	*E. marginatus*	Intégrale (Réserve marine)		1,6 ± 0,46 (ind./250 m^2)	UVC (50 m x 10 m)	
	Aguilas, Espagne				0,6 ± 0,22 (ind./250 m^2)		
	Cabo de Palos, Espagne				0,2 ± 0,07 (ind./250 m^2)		
	Isla Grosa				0,1 ± 0,05 (ind./250 m^2)		
	Cabrera				2,3 ± 0,28 (ind./250 m^2)		
	Mallorca				0,1 ± 0,06 (ind./250 m^2)		
	Columbretes				2,1 ± 0,45 (ind./250		

				m^2)	
	Cabo Gata, Espagne	*S. umbra*	Intégrale (Réserve marine)	1,7 ± 0,84 (ind./250 m^2)	
	Aguilas, Espagne			0,9 ± 0,45 (ind./250 m^2)	
	Cabo de Palos, Espagne			0,9 ± 0,69 (ind./250 m^2)	
	Isla Grosa			0,04 ± 0,04 (ind./250 m^2)	
	Cabrera			0,4 ± 0,24 (ind./250 m^2)	
	Mallorca			0,04 ± 0,04 (ind./250 m^2)	
	Columbretes			18,6 ± 4,46 (ind./250 m^2)	
Renones et al. 1997	Parc national de Cabrera, Espagne (10 stations)	*S. umbra*	Intégrale (Parc national)	0,4 ± 0,39 (ind./250 m^2)	UVC (50 m x 5 m pour espèces mobiles ; 15 m x 2 m pour espèces cryptiques)
		E. marginatus		2,6 ± 0,24; 0,6 ± 0,24 ; 1,0 ± 0,00 ; 2,4 ± 0,5 ; 3,6 ± 0,13; 1,2 ± 0,58	
García-Charton et al. 2007/2008	Cabo de Palos-Islas Hormigas	*E. marginatus*	Intégrale (Parc national)	0,2 ± 0,1 (ind./250 m^2) (1996) 0,9 ± 0,2 (1998) 3,4 ± 0,7 (2001) 3,9 ± 0,8 (2003) 2,6 ± 0,8 (2004)	UVC (50 m x 5 m)

		S. umbra		0,9 ± 0,7 (1998) 1,8 ± 0,9 (1998) 5,2 ± 1,7 (2001) 4,2 ± (2002) 5,5 ± 1,7 (2003) 8,4 ± 3,3 (2004)	
		E. marginatus	Non protégé	0,57 0,19 0,03 0,47 0,34 0,27 0,54	
		S. umbra		0,97 1,37 1,86 1,42 2,87 3,04 2,53	
Macpherson et al. 2002	Iles Medes	*E. marginatus*	Intégrale (pente rocheuse douce) Intégrale (gros blocs de roche) Intégrale (tombant)	31520,7 ± 986,9 (g/1000 m^2) 281775,8 ± 1289,7 (g/1000 m^2) 68236,2 ± 1325,1 (g/1000 m^2)	UVC (200 m x 5 m)
		S. umbra	Intégrale (pente rocheuse douce) Intégrale (pente rocheuse douce)	17789,9 ± 6326,7 (g/1000 m^2) 72843,6 ± 9187,5 (g/1000 m^2)	

Annexe B : Détails des sites échantillonnés en 2019

Tableau 3 : Détails des sites échantillonnés (S1, S2 et S3) en 2019 dans 3 localités des Alpes-Maritimes.

Date	Localité	Site	Transect	Complexité (0 à 5)	Pente (%)	Roche (%)	Posidonie (%)	Sable (%)	T°(C)	GPS	Profondeur moyenne (m)
20/10/2019	Cap Ferrat	S1_Grand Hotel	T1	3.5	20	95	5	0	18	43.675020, 7.332527	10
20/10/2019	Cap Ferrat	S1_Grand Hotel	T2	3	45	98	0	2	18	43.675020, 7.332527	9
20/10/2019	Cap Ferrat	S1_Grand Hotel	T3	25	20	50	50	0	18	43.675020, 7.332527	10
20/10/2019	Cap Ferrat	S1_Grand Hotel	T4	2	30	60	40	0	18	43.675020, 7.332527	10
20/10/2019	Cap Ferrat	S1_Grand Hotel	T5	2	20	50	50	0	18	43.675020, 7.332527	8
20/10/2019	Cap Ferrat	S1_Grand Hotel	T6	3	25	30	40	0	18	43.675020, 7.332527	10
30/09/2019	Cap Ferrat	S2_Pointe de la cuisse	T1	3	40	100	0	0	25	43.684968, 7.322728	15
30/09/2019	Cap Ferrat	S2_Pointe de la cuisse	T2	3	20	100	0	0	25	43.684968, 7.322728	14
30/09/2019	Cap Ferrat	S2_Pointe de la cuisse	T3	3	10	70	30	0	25	43.684968, 7.322728	12
30/09/2019	Cap Ferrat	S2_Pointe de la cuisse	T4	3	60	95	5	0	25	43.684968, 7.322728	11
30/09/2019	Cap Ferrat	S2_Pointe de la cuisse	T5	3	40	100	0	0	25	43.684968, 7.322728	14
30/09/2019	Cap Ferrat	S2_Pointe de la cuisse	T6	3	30	70	30	0	25	43.684968, 7.322728	14
20/10/2019	Cap Ferrat	S3_Crau de Nao	T1	2	40	95	5	0	18	43.680607, 7.323795	13
20/10/2019	Cap Ferrat	S3_Crau de Nao	T2	3	35	90	10	0	18	43.680607, 7.323795	14
20/10/2019	Cap Ferrat	S3_Crau de Nao	T3	1.5	30	70	30	0	18	43.680607, 7.323795	15
20/10/2019	Cap Ferrat	S3_Crau de Nao	T4	3	30	70	30	0	18	43.680607, 7.323795	15
20/10/2019	Cap Ferrat	S3_Crau de Nao	T5	2	10	70	30	0	18	43.680607, 7.323795	13
20/10/2019	Cap Ferrat	S3_Crau de Nao	T6	2	10	100	0	0	18	43.680607, 7.323795	13
30/09/2019	Cap Nice	S1_Corail	T1	2	30	60	40	0	25	43.689748, 7.308488	15
30/09/2019	Cap Nice	S1_Corail	T2	2	20	60	40	0	25	43.689748, 7.308488	14
30/09/2019	Cap Nice	S1_Corail	T3	2	20	70	30	0	25	43.689748, 7.308488	13

30/09/2019	Cap Nice	S1_Corail	T4	2	25	100	0	0	25	43.689748, 7.308488	15
30/09/2019	Cap Nice	S1_Corail	T5	3	20	95	0	5	25	43.689748, 7.308488	15
30/09/2019	Cap Nice	S1_Corail	T6	2	20	100	0	0	25	43.689748, 7.308488	13
20/10/2019	Cap Nice	S2_Port de Nice	T1	1.5	15	50	50	0	18	43.686743, 7.293446	9
20/10/2019	Cap Nice	S2_Port de Nice	T2	2.5	25	100	0	0	18	43.686743, 7.293446	10
20/10/2019	Cap Nice	S2_Port de Nice	T3	2	5	90	10	0	18	43.686743, 7.293446	9
20/10/2019	Cap Nice	S2_Port de Nice	T4	2	20	60	40	0	18	43.686743, 7.293446	9
20/10/2019	Cap Nice	S2_Port de Nice	T5	2	10	60	40	0	18	43.686743, 7.293446	10
20/10/2019	Cap Nice	S2_Port de Nice	T6	2	5	30	40	30	18	43.686743, 7.293446	9
20/10/2019	Cap Nice	S3_Maeterlinck	T1	4	40	100	0	0	18	43.685944, 7.299111	12
20/10/2019	Cap Nice	S3_Maeterlinck	T2	2	15	70	30	0	18	43.685944, 7.299111	11
20/10/2019	Cap Nice	S3_Maeterlinck	T3	1.5	5	70	10	20	18	43.685944, 7.299111	8
20/10/2019	Cap Nice	S3_Maeterlinck	T4	2	15	60	30	10	18	43.685944, 7.299111	14
20/10/2019	Cap Nice	S3_Maeterlinck	T5	2	20	50	30	20	18	43.685944, 7.299111	13
20/10/2019	Cap Nice	S3_Maeterlinck	T6	2	5	30	40	30	18	43.685944, 7.299111	9
06/12/2019	Cap Martin	S1_Cap martin	T1	3	10	60	30	10	18	43.749069, 7.485902	10
06/12/2019	Cap Martin	S1_Cap martin	T2	3	5	60	30	10	18	43.749069, 7.485902	11
06/12/2019	Cap Martin	S1_Cap martin	T3	3	10	60	30	10	18	43.749069, 7.485902	10
06/12/2019	Cap Martin	S1_Cap martin	T4	4	10	30	70	0	18	43.749069, 7.485902	9
06/12/2019	Cap Martin	S1_Cap martin	T5	3,5	40	80	20	0	18	43.749069, 7.485902	9
06/12/2019	Cap Martin	S1_Cap martin	T6	3,5	40	90	10	0	18	43.749069, 7.485902	10
06/12/2019	Cap Martin	S2_Cap martin	T1	2	10	90	10	0	18	43.749456, 7.479808	12
06/12/2019	Cap Martin	S2_Cap martin	T2	3	30	95	4	1	18	43.749456, 7.479808	14
06/12/2019	Cap Martin	S2_Cap martin	T3	2	10	95	5	0	18	43.749456, 7.479808	13
06/12/2019	Cap Martin	S2_Cap martin	T4	2,5	5	95	5	0	18	43.749456, 7.479808	11
06/12/2019	Cap Martin	S2_Cap martin	T5	3	5	70	30	0	18	43.749456, 7.479808	11
06/12/2019	Cap Martin	S2_Cap martin	T6	4,5	50	90	10	0	18	43.749456, 7.479808	10
06/12/2019	Cap Martin	S3_Cap martin	T1	3	5	60	40	0	18	43.751991, 7.472834	10

06/12/2019	Cap Martin	S3_Cap martin	T2	3	15	60	40	0	18	43.751991, 7.472834	12
06/12/2019	Cap Martin	S3_Cap martin	T3	4	45	70	30	0	18	43.751991, 7.472834	11
06/12/2019	Cap Martin	S3_Cap martin	T4	1	2	15	80	5	18	43.751991, 7.472834	11
06/12/2019	Cap Martin	S3_Cap martin	T5	2	30	80	20	0	18	43.751991, 7.472834	13
06/12/2019	Cap Martin	S3_Cap martin	T6	2	30	80	20	0	18	43.751991, 7.472834	13

Annexe C : Effectifs de corbs et de mérous bruns observés lors des suivis 2015-2018

Tableau 4: Effectifs de corb et de mérou brun observés lors des suivis 2015-2018 sur les 3 zones géographiques témoins.

	Zones géographiques	**Sites**	**1ère campagne d'échantillonnage 2015/2016**	**2nde campagne d'échantillonnage 2015/2016**	**1ère campagne d'échantillonnage 2018**	**2nde campagne d'échantillonnage 2018**
Effectifs de corb *Sciaena umbra*	Côte Vermeille (Golfe du Lion)	Canadells	0	0	0	0
		Sainte-Catherine	4	1	0	0
		Cap Béar	4	0	0	0
		La Moulade	0	0	0	0
	Côte Bleue (Golfe de Marseille)	Tombant du Plan de Carro	0	0	0	0
		Aragnon	0	2	0	0
		Tombant du vétérinaire	0	0	0	0
		Tombant Sud-Est de l'île de l'Elevine	0	1	0	0
	Corniche varoise	Malpagne	0	0	1	0
		Dattier	3	2	5	2
		Petit Sec	0	0	3	0
		Les Quairolles	0	0	21	29
		Les Brisés et l'Enfer	3	25	5	16
Effectifs de mérou brun *Epinephelus marginatus*	Côte Vermeille (Golfe du Lion)	Canadells	0	0	0	1
		Sainte-Catherine	1	0	1	0
		Cap Béar	0	0	2	1
		La Moulade	0	0	0	0
	Côte Bleue (Golfe de Marseille)	Tombant du Plan de Carro	9	6	0	1
		Aragnon	2	0	3	2
		Tombant du vétérinaire	0	0	1	0
		Tombant Sud-Est de l'île de l'Elevine	1	3	3	0
	Corniche varoise	Malpagne	11	9	3	5
		Dattier	17	15	21	29
		Petit Sec	12	12	10	6
		Les Quairolles	23	16	16	26
		Les Brisés et l'Enfer	32	18	23	34

Annexe D : Analyses statistiques (PERMANOVA)

Tableau 5 : PERMANOVA réalisée sur les données de densité de corb dans 3 localités des Alpes-Maritime,s en 2019.

Source	**df**	**SS**	**MS**	**Pseudo-F**	**P(perm)**	**P(MC)**
Lo	2	42.815	21.407	0.94214	1	0.4314
Si(Lo)	6	136.33	22.722	1	0.4944	0.4361
Res	45	1022.5	22.722			
Total	53	1201.6				

Tableau 6 : PERMANOVA réalisée sur les données de biomasse de corb dans 3 localités des Alpes-Maritimes, en 2019.

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	P(MC)
Lo	2	8.7693E6	4.3847E6	0.93949	1	0.4476
Si(Lo)	6	2.8002E7	4.6671E6	1	0.4946	0.4401
Res	45	2.1002E8	4.6671E6			
Total	53	2.4679E8				

Tableau 7 : PERMANOVA réalisée sur les données de densité de mérou brun dans 3 localités des Alpes-Maritimes, en 2019.

Source	**df**	**SS**	**MS**	**Pseudo-F**	**P(perm)**	**P(MC)**
Lo	2	0.25926	0.12963	1	0.6821	0.4235
Si(Lo)	6	0.77778	0.12963	1.6667	0.1207	0.1552
Res	45	3.5	7.7778E-2			
Total	53	4.537				

Tableau 8 : PERMANOVA réalisée sur les données de biomasse de mérou brun dans 3 localités des Alpes-Maritimes, en 2019.

Source	**df**	**SS**	**MS**	**Pseudo-F**	**P(perm)**	**P(MC)**
Lo	2	1.1435E6	5.7173E5	0.57947	0.6809	0.5823
Si(Lo)	6	5.9199E6	9.8664E5	1.3281	0.1653	0.2658
Res	45	3.3431E7	7.4292E5			
Total	53	4.0495E7				